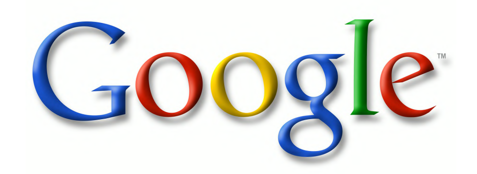








ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXXII.



ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

ZWEITE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWÖLFTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1837.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

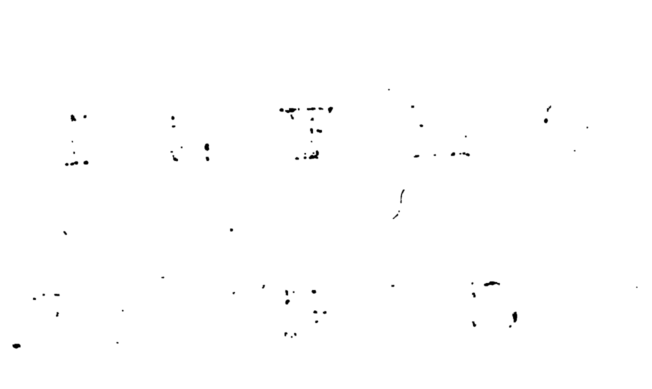
ZWEI UND VIERZIGSTER BAND.

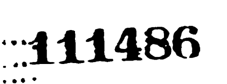
DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND ACHTZEHNTER.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1837.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.







I n h a l t

des Bandes XXXXII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück

Drittes Stück.

S

Viertes Stück.

Fünftes Stück.

Nachweis zu den Kupfertafeln.

37. ANNALEN No. 9.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXII.

Beobachtungen über den Einflufs der Krystallflächen auf das reflectirte Licht, und über die Intensität des ordentlichen und aufserordentlichen Strahls; von F. E. Neumann.

ie bisherigen Untersuchungen über die Einwirkung
r Krystallflächen auf das reflectirte Licht beschränkten
h auf den Einflufs, den dieselben bei der vollständi-
n Polarisation des Lichts durch Reflexion ausüben.
hon Malus richtete hierauf seine Aufmerksamkeit, aber
rewster erst entdeckte denselben. Er fand, dafs der
inkel der vollständigen Polarisation beim Kalkspath
hängig sey von der Lage der reflectirenden Ebene in
ziehung auf die Axe, und von der Lage ihres Haupt-
nittes in Beziehung auf die Reflexionsebene; er fand
ner, dafs, wenn die reflectirende Oberfläche mit ei-
r Flüssigkeit bedeckt ist, die Polarisationsebene des
llständig polarisirten Strahls nicht mit der Reflexions-
ene zusammenfalle, sondern gegen diese unter einem
ineren oder gröfseren Winkel geneigt sey, der, bei
er Bedeckung der natürlichen Bruchfläche des Kalk-
athes mit Cassiaöl, bis 90° steigen kann (*Ph. Transact.*
19). Weiter geführt ist die Kenntnifs dieser Phäno-
ne erst in der neueren Zeit. Hr. Dr. Seebeck hat
Einflufs der optisch einaxigen Krystalle auf die voll-
ndige Polarisation durch sehr genaue Beobachtungen
weit verfolgt, dafs der Einfallswinkel, unter welchem
rselbe stattfindet, hier eben so sicher im Voraus be-
mmt werden kann, wie bei unkrystallinischen Körpern
efs durch das Brewster'sche Gesetz geschieht (Pogg.
nal. Bd. XXI S. 290 und Bd. XXII S. 126). Zugleich

entdeckte Seebeck, dafs die von Brewster aufgefundene Abweichung der Polarisationsebene von der Reflexionsebene auch dann schon stattfindet, wenn der Lichtstrahl unmittelbar aus der Luft auf die Krystallfläche fällt (Pogg. Annal. Bd. XXI S. 290 und Bd. XXVIII S. 276).

Durch Fresnel's Untersuchungen über die Modificationen, welche das Licht durch Zurückwerfung und Brechung an *unkrystallinischen* Körpern erfährt, wurde zugleich ein allgemeinerer Gesichtspunkt für die Erscheinungen der vollständigen Polarisation durch Reflexion an krystallinischen Körpern eröffnet, nämlich diese als einen besonderen Fall abzuleiten aus der Lösung folgenden Problems: *Wenn ein polarisirter Lichtstrahl auf die Oberfläche eines Krystalls fällt, die Intensität des reflectirten Strahls, die Lage seiner Polarisationsebene und die Intensitäten der beiden gebrochenen Strahlen zu bestimmen.* In diesen Annalen, Bd. XXXX S. 497, habe ich ein Verfahren angegeben, diese Forderung in jedem einzelnen Fall durch Beobachtung zu lösen, und diefs Verfahren durch eine kleine Reihe von Beobachtungen erläutert. Eine theoretische Lösung des Problems in seiner ganzen Ausdehnung habe ich in einer der Berliner Academie vorgelegten Abbandlung [1]) gegeben.

Die Principien, von denen ich dabei ausgegangen bin, unterscheiden sich von denjenigen, welche Fresnel in seiner erwähnten Abhandlung zum Grund gelegt hat, vorzüglich darin: 1) dafs ich annehme, die Richtung der Oscillation liege in der Polarisationsebene, 2) dafs ich in allen brechenden Medien eine gleiche Dichtigkeit des Lichtäthers voraussetze, die Brechung also allein durch die Verschiedenheit der Elasticität hervorgebracht ansehe. Die numerischen Resultate, welche

1) Ueber den Einflufs der Krystallflächen bei der Reflexion des Lichtes, und über die Intensität des gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahls. Besonders abgedruckt aus den Abhandlungen der Academie zu Berlin. In Commission bei Dümmler.

ich aus meinen Formeln abgeleitet habe, stimmten so vollkommen mit den Beobachtungen von Seebeck über die vollständige Polarisation, dafs ich an der Zulässigkeit der zum Grunde gelegten Principien nicht zweifelte. Da indefs der Fall der vollständigen Polarisation ein zu besonderer der Reflexion ist, und aus ihm sich auch Nichts in Beziehung auf die Intensitäten der gebrochenen Strahlen schliefsen liefs, glaubte ich die Richtigkeit der Resultate, zu welchen ich gekommen war, durch die Uebereinstimmung derselben mit Beobachtungen, die sich über andere Fälle, als die der vollständigen Polarisation, erstreckten, noch beweisen zu müssen. Diefs ist die Absicht der Beobachtungen, welche ich hier mittheilen will.

Zuerst werde ich das Instrument beschreiben, mit dem die Beobachtungen angestellt sind.

HH, Fig. 1 Taf. I, ist ein horizontaler Kreis, der sich um seine verticale Axe *AA* dreht. Auf diesem Kreis ist ein verticaler Kreis *VV* befestigt; er besteht aus zwei concentrischen Scheiben, deren innere sich in der äufseren dreht; die innere trägt eine kleine Vorrichtung mit zwei rechtwinklich drehbaren Bewegungen, die bestimmt ist, den Krystall *K* zu tragen und eine seiner Ebenen parallel mit der Ebene des verticalen Kreises *VV* zu stellen. Auf den Krystall *K* fällt ein dünnes Lichtbündel, welches durch die beiden kleinen centralen Oeffnungen *oo'* des horizontal liegenden Rohres *RR* gegangen ist, und herrührt von der dahinter stehenden Lampe *L*. Dieses Lichtbündel wird durch eine von der Oeffnung *o* befestigte Turmalinplatte polarisirt. Das Rohr *RR* kann in seiner Hülse *ll* gedreht werden, und die Drehung wird gemessen durch den am Rohr befestigten Kreis *TT*. — Der Zweck dieses Instruments ist leicht ersichtlich. Es sey eine Ebene *E* des Krystalls *K* parallel mit der Ebene des verticalen Kreises *VV* gestellt, es sey ferner durch Drehung seines inneren Ringes der Hauptschnitt der Ebene *E* in eine horizontale Lage ge-

bracht, ferner der horizontale Kreis *HH* so gedreht, dafs die Ebene des Kreises *VV* rechtwinklich stehe gegen die Axe *oo* des Rohrs *RR*, und endlich sey das Rohr *RR* in seiner Hülse so gedreht, dafs die Turmalinaxe vertical stehe. Diefs ist die normale Stellung des Instruments; das Lichtbündel *oo* ist jetzt horizontal polarisirt, und fällt senkrecht auf die Krystallebene *E*. Wird nun der horizontale Kreis *HH* um den Winkel φ gedreht, der innere Ring des verticalen Kreises *VV* um den Winkel ω, endlich der Turmalinkreis um den Winkel α, so fällt jetzt ein im Azimuth α polarisirter Lichtstrahl *oo* unter dem Einfallswinkel φ auf die Krystallebene, und das Azimuth der Einfallsebene ist ω. Diefs zu erreichen, ist der Zweck des Instruments. Die normale Stellung desselben erfordert also 1) dafs der Kreis *VV* parallel mit der Axe *AA* ist; diefs wurde in hinlänglicher Schärfe erreicht durch Spiegelung an einem kleinen Parallelspiegel, der statt des Krystalls *K* an den Halter befestigt worden; 2) dafs die Krystallebene *E* parallel mit der Ebene des Kreises *VV* sey, wovon man sich überzeugt, indem gegen die Krystallebene ein kleines Fernrohr gerichtet wird, und man ein von ihr reflectirtes Bild sich nicht verrücken sieht, wenn der innere Kreis um 180° gedreht wird. 3) Um den Hauptschnitt der Ebene *E* in eine Lage, die senkrecht auf die Axe *AA* ist, zu bringen, stelle ich zuerst eine natürliche Kante des Krystalls parallel mit der Axe *AA*, welches, wie an einem Goniometer, mittelst des eben erwähnten kleinen Fernrohrs geschieht, und drehe dann den inneren Kreis von *VV*, um den Winkel, den diese Kante mit dem Hauptschnitt bildet. 4) Um die Ebene des Kreises *VV* senkrecht gegen das Rohr zu stellen, bringe ich an den Kreis *TT*, nachdem die Linie *oo* als Drehungsaxe des Rohrs berichtigt ist, einen Arm *AB*, Fig. 2 Taf. I, der in seinem Ende eine kleine Oeffnung *B* trägt; die Kreise *HH* und *TT* drehe ich so

lange, bis ich durch die Oeffnung B den vom einfallenden Lichtbündel oo herrührenden, durch die Ebene E des Krystalls reflectirten Lichtbündel BC sehe; alsdann drehe ich den Kreis TT etwa um 180°, so dafs B in B' fällt, drehe den Kreis HH, so weit bis ich in B' wiederum den reflectirten Strahl $B'C$ sehe. Die mittlere zwischen diesen beiden Stellungen des Kreises HH ist diejenige, bei welcher eine durch die Axe des Rohrs oo mit AA' parallele Ebene senkrecht steht auf der Ebene des Kreises VV. Wenn bei diesen beiden Stellungen des Kreises HH der Kreis TT sich gerade um 180° gedreht erweist, so steht oo senkrecht auf der Axe AA, und also senkrecht auf der Ebene des Kreises VV in seiner mittleren Stellung. Die Richtung des Rohrs mufs also so lange verändert werden, bis die erforderliche Drehung desselben aus AB in $A'B'$ 180° beträgt. Wenn $2h$ die Drehung des Kreises HH, und $2D$ die Drehung des Kreises TT bezeichnet, und man α die Abweichung der Neigung des Rohrs oo gegen die Axe AA von der rechtwinklichen nennt, so findet zwischen diesen Gröfsen die Relation statt, $tg\,\alpha = -tg\,h \cos D$.

5) Was endlich die Einstellung des Turmalins betrifft, so wird diese dadurch erreicht, dafs man diejenige Stellung beobachtet, bei welcher der ungewöhnliche Strahl verschwindet in dem in K befestigten Krystalle, wenn dessen Hauptschnitt in der Einfallsebene liegt.

Das auf die Krystallebene fallende Licht erleidet gewisse Modificationen, welche Functionen sind von seinem Polarisations-Azimuth, seinem Einfallswinkel, und vom Azimuth der Einfallsebene. Für diese Functionen, z. B. Intensität der gebrochenen Strahlen, oder Polarisations-Azimuth des reflectirten Strahls etc., sollen gewisse Werthe beobachtet werden. Ich werde die zu beobachtende Function mit $F(\varphi, \omega, \alpha)$ bezeichnen, wo φ den Einfallswinkel, α das Azimuth der Einfallsebene, ω das Azimuth der Polarisationsebene bedeuten. Es sey



für diese Function bei den am Instrument abgelesenen Gröfsen φ, ω, α der Werth B beobachtet; diese abgelesenen Werthe von φ, ω, α sind aber noch mit den nach der Berichtigung des Instruments übriggebliebenen Fehlern behaftet, und es seyen ihre wahren Werthe $\varphi+\Delta\varphi$, $\omega+\Delta\omega$, $\alpha+\Delta\alpha$, alsdann hat man:

$$B=F+\frac{dF}{d\varphi}\Delta\varphi+\frac{dF}{d\varphi}\Delta\omega+\frac{dF}{d\varphi}\Delta\alpha.$$

Es handelt sich nun darum, durch eine schickliche Combination der Beobachtungen die Glieder, welche $\Delta\varphi$, $\Delta\omega$, $\Delta\alpha$ enthalten, zu eliminiren.

Bei einaxigen Krystallen, auf welche sich die folgenden Beobachtungen bis jetzt allein beziehen, verändert F seinen Werth nicht, wenn man ω und α verwandelt in $-\omega$ und $-\alpha$; nimmt man nun an, dafs die Ebene des Krystalls wirklich mit der Ebene des Kreises VV parallel gestellt sey, und dafs das Lichtbündel oo durch Drehung des Rohrs RR seine Richtung nicht verändert, so verwandelt sich $\Delta\omega$ und $\Delta\alpha$ in $-\Delta\omega$ $-\Delta\alpha$ für eine Beobachtung B', welche durch Drehung der Kreise VV und TT in entgegengesetzter Richtung bei $-\omega$ und $-\alpha$ angestellt wird; die vorhergehende Gleichung wird also in diesem Falle seyn φ, $-\omega$, $-\alpha$:

$$B'=F+\frac{dF}{d\varphi}\Delta\varphi-\frac{dF}{d\omega}\Delta\omega-\frac{dF}{d\alpha}\Delta\alpha.$$

Nun kann man eine dritte und vierte Beobachtung anstellen, für welche F unverändert bleibt, nämlich bei $\omega+180$ und $-\varphi$, und bei $180-\omega$ und $-\varphi$. Diese beiden Beobachtungen, die ich mit B'' und B''' bezeichnen will, geben:

$$B''=F-\frac{dF}{d\varphi}\Delta\varphi+\frac{dF}{d\omega}\Delta\omega+\frac{dF}{d\alpha}\Delta\alpha$$

$$B'''=F-\frac{dF}{d\varphi}\Delta\varphi-\frac{dF}{d\omega}\Delta\omega-\frac{dF}{d\alpha}\Delta\alpha$$

woraus erhellt, dafs der wahre Werth von F ist:

$$F=\tfrac{1}{4}(B+B'+B''+B''') \qquad (1)$$

Hiebei ist angenommen, dafs oo parallel sey mit der Axe, um welche sich das Rohr RR dreht, und dafs die Krystallebene parallel mit dem Kreis VV; die erste Annahme ist aber überflüssig, denn der daraus entstehende Fehler hat in den beiden letzteren Beobachtungen das entgegengesetzte Zeichen, als in den beiden ersteren. Der Fehler aber, welcher aus der zweiten Annahme entspringt, ist durch keine Art von Combination herauszuschaffen; glücklicherweise aber trifft es sich, dafs die Einstellung der Krystallebene parallel mit dem Kreise VV mit aller erforderlichen Schärfe geschehen kann.

Die folgenden Beobachtungen sind sämmtlich an der natürlichen Bruchfläche des Kalkspaths angestellt; wegen der Veränderung, welche bei künstlich geschliffenen Flächen Hr. Dr. Seebeck beobachtet hat, habe ich angestanden solche anzuwenden.

Da es die Absicht ist, die folgenden Beobachtungen mit den Formeln zu vergleichen, zu welchen mich theoretische Betrachtungen geführt haben, so mufs ich deren Resultate, so weit sie hier zur Anwendung kommen, im Allgemeinen angeben. Eine Lichtwelle falle unter dem Winkel φ auf eine Ebene eines einaxigen Krystalls, deren Neigung gegen die Axe den Cosinus A und den Sinus C habe; der Winkel φ ist von der brechenden Ebene an gerechnet; φ' und φ'' seyen die Winkel, welche die gebrochenen Wellenebenen, die ordentliche und aufserordentliche, mit der brechenden Ebene bilden. Das Azimuth der Einfallsebene, vom Hauptschnitt an gerechnet, sey ω. Die einfallende Wellenebene ist polarisirt, und man denke sich dieselbe zerlegt in zwei andere, von denen die erste parallel mit der Einfallsebene polarisirt ist, und die zweite senkrecht darauf. Die Amplitude in der ersten sey S, in der zweiten P. Die reflectirte Wellenebene, auf eine gleiche Weise zerlegt, habe ich zu Amplituden R_s und R_p; endlich seyen die Amplituden in der gebrochenen ordentlichen Wel-

lenebene D' und in der aufserordentlichen D''. Die Relationen zwischen den Gröfsen P, S, R_p, R_s, D', D'', zu welchen ich a. a. O. gekommen bin, sind folgende:

$$
\left.
\begin{aligned}
P+R_p &= D'\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \\
&\quad + D''\frac{C\sin\varphi''-A\cos\varphi''\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \\
(P-R_p)\sin\varphi\cos\varphi &= D'\cdot\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\sin\varphi'\cos\varphi' \\
&\quad + D''\left(\frac{C\cos\varphi''\sin^2\varphi'-A\sin\varphi''\cos^2\varphi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\right) \\
(S+R_s)\sin\varphi &= -D'\sin\varphi'\left(\frac{C\sin\varphi'-A\cos\varphi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\right) \\
&\quad + D''\frac{A\sin\omega\sin\varphi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \\
(S-R_s)\cos\varphi &= -D'\cos\varphi'\left(\frac{C\sin\varphi'-A\cos\varphi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\right) \\
&\quad + D'\frac{A\sin\omega\cos\varphi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}},
\end{aligned}
\right\} \quad (2)
$$

wo γ' und γ'' die Sinusse der Winkel bezeichnen, welche die ordentliche und aufserordentliche Wellenebene mit der Axe bilden. Was die Vorzeichen der Azimuthe betrifft, so liegt diesen Formeln folgende Bestimmung darüber zum Grunde. Die Einfalls-Azimuthe ω sind vom Hauptschnitt an gerechnet, und zwar so, dafs, wenn man auf der reflectirenden Fläche sich stehend denkt, das Gesicht nach dem Durchschnittspunkt derselben mit der Axe gekehrt, auf der rechten Seite des Hauptschnitts die positiven ω liegen, auf der linken die negativen und jener Durchschnittspunkt oder die Axe im Azimuth 0 liegt. Um die Vorzeichen der Polarisations-Azimuthe der einfallenden Wellenebene richtig zu verstehen, denke man sich in der einfallenden Ebene liegend, mit ihr sich vorwärts bewegend, die Füfse dem Krystall

zugekehrt; liegt jetzt die Polarisationsebene auf der linken Seite, so ist sie durch +, liegt sie auf der rechten Seite, ist sie durch — bezeichnet. Dasselbe gilt für den reflectirten Strahl; man denke ihn sich in seiner Wellenebene liegend, mit ihr sich vorwärts bewegend, die Füſse dem Krystall zugekehrt; die jetzt auf der linken Seite liegende Polarisationsebene ist durch Plus, die auf der rechten Seite liegende durch Minus bezeichnet.

Erste Reihe Beobachtungen. Bestimmung desjenigen Polarisations-Azimuths des einfallenden Strahls, bei welchem der auſserordentliche Strahl verschwindet.

Es wurde an einem kleinen natürlichen Kalkspathbruchstück eine Ebene geschliffen, die etwa 20° mit demjenigen Blätterdurchgang bildete, durch welchen der Lichtstrahl eintreten sollte, so daſs ein kleines Prisma entstand, welches möglichst achromatisirt wurde, durch ein kleines Glasprisma. Dieses Doppelprisma wurde an den verticalen Kreis VV befestigt, die natürliche Bruchfläche dem Rohre RR zugekehrt. Die Kreise HH und VV wurden auf ein bestimmtes φ und ω gestellt, und der Kreis TT nun so lange gedreht, bis für das hinter dem Doppelprisma befindliche Auge der auſserordentliche Strahl, herrührend von dem einfallenden Lichtbündel oo, verschwand. Da der einfallende Lichtbündel sehr dünn ist, muſs die Bruchfläche, an welcher beobachtet werden soll, keine Unebenheiten, Streifungen und dergleichen zeigen; was nicht leicht zu erhalten ist. Auch muſs bei der Anfertigung und Befestigung des Prismas mit groſser Vorsicht zu Werke gegangen werden, daſs die Bruchfläche vollkommen rein erhalten wird. — Jedes beobachtete Azimuth ist das Mittel aus den vier beobachteten Werthen B, B', B'', B''' in (1), jedes B ist das Mittel aus zehn Beobachtungen, so daſs jedem beobachteten Azimuth vierzig Beobachtungen zum Grunde liegen; in je zwei auf einander folgenden Einstellungen des

Strahl verschwindet. Dieses Azimuth steht ungefähr senkrecht auf dem Azimuth α', welches durch (3) bestimmt wurde.

In folgender Tafel sind die beobachteten und berechneten Werthe von α'' zusammengestellt:

ω.	φ.	Beobachtung α''.	Berechnung α''.	δ.
45°	45°	−15° 27',8	−15° 26'	−1',8
60	50	+ 1 39	+ 1 30	−9
90	45	+22 28	+22 33	+5
90	53	+24 27,5	+24 29	+1,5
135	45	+55 27,5	+55 31	+3,5
135	45	+55 28,5	+55 31	+2,5
141	50	+59 44	+59 39	+5

Dritte Reihe. Bestimmung des Azimuths, nach welchem der reflectirte Strahl polarisirt ist, wenn der einfallende Strahl senkrecht auf der Einfallsebene polarisirt ist.

Die Tangente des Polarisations-Azimuths im reflectirten Strahl ist allgemein $\frac{R_p}{R_s}$. Aus (2) sieht man, dafs sowohl R_p als R_s eine lineare Function von P und S ist. Ich setze also [1]):

$$R_p = pP + s'S$$
$$R_s = p'P + s\ S.$$

1) Es läfst sich beweisen, unabhängig von einer Theorie, dafs diefs die allgemeine Form für R_s und R_p ist. Daraus folgen, wenn man eine Reihe Beobachtungen bei demselben φ und ω über die zusammengehörigen Werthe von $\frac{P}{S}$ und $\frac{R_p}{R_s}$ angestellt hat, Relationen, die zwischen diesen Gröfsen stattfinden müssen, welche unabhängig von der Theorie sind, und durch welche man diese Beobachtungen durch sich selbst prüfen und verbessern kann; diese Relationen erhält man durch Elimination der Unbekannten $\frac{s'}{p'}, \frac{p'}{p}, \frac{s}{p}$.

Die Auflösung der Gleichungen (2) giebt für p, p', s, s' Werthe, die, um sie bequemer berechnen zu können, ich unter folgende Form bringe. Ich setze:

$$\frac{A\cos\omega}{C}=tang\,\xi \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (a)$$

$$\gamma''=\frac{C}{\cos\xi}\cos(\varphi''-\xi) \ldots\ldots\ldots (b)$$

so ist:

$$\sin(\varphi''-\varphi')=\frac{(\pi^2-\mu^2)\sin^2\varphi(1-\gamma''^2)}{\sin(\varphi'+\varphi'')} \ldots (c)$$

wo μ und π die Geschwindigkeiten des ordentlichen und aufserordentlichen Strahls bezeichnen, wenn sie sich senkrecht auf der Axe im Krystall fortpflanzen, die Geschwindigkeit des Lichtes in dem umgebenden Medium als Einheit genommen. Die Gleichungen (b) und (c) berechne ich durch Annäherung, indem ich zuerst setze:

$$\gamma''=\frac{C}{\cos\xi}\cos(\varphi'-\xi),$$

diesen Werth in (c) substituire und dann zugleich statt $\varphi'+\varphi''$ schreibe $2\varphi'$. Zu dem auf diese Weise gefundenen Werth von $\varphi''-\varphi'$ den Werth von φ' addirt, erhalte ich einen angenäherten Werth von φ''; dieser nun in (b) gesetzt, giebt für γ'' einen so genäherten Werth, dafs wenn man denselben in (c) eingeführt, und in $\sin(\varphi'+\varphi'')$ den vorher gefundenen Werth für φ'' setzt, man $\sin(\varphi''-\varphi')$ mit einer, beinahe für alle Fälle ausreichenden Genauigkeit erhält, und also auch φ''. Ich setze ferner:

$$tang\,\xi\,cotang^2\varphi'=tang\,\psi \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (d)$$

$$\frac{\mu^2\cos\xi}{\cos\psi}\,\frac{\cos(\varphi''+\psi)}{\sin(\varphi''-\xi)}=tang\,\zeta \ldots\ldots\ldots (e)$$

$$\frac{C^2\sin\varphi\sin(\varphi'-\xi)\sin(\varphi''-\zeta)}{\cos^2\xi\cos\zeta}=L \ldots\ldots (f)$$

$$\frac{A^2\sin^2\omega}{L}\,\frac{\sin(\varphi-\varphi')\sin(\varphi+\varphi'')}{\cos(\varphi+\zeta)}=tang\,k \quad (g)$$

$$\frac{A^2\sin^2\omega}{L}\,\frac{\sin(\varphi+\varphi')\sin(\varphi-\varphi'')}{\cos(\varphi-\zeta)}=tang\,k' \quad (h)$$

Alsdann ist:

$$
\left.
\begin{aligned}
p &= \frac{L}{N}\,\frac{\cos(\varphi+\zeta)\sin(\varphi+\varphi'+k)}{\cos k}\\
s &= -\frac{L}{N}\,\frac{\cos(\varphi-\zeta)\sin(\varphi-\varphi'+k')}{\cos k'}\\
p' &= \frac{1}{N}\,A\,C\sin\omega\,\frac{\sin 2\varphi\sin(\varphi'-\xi)\sin(\varphi''-\varphi')}{\cos\xi}\\
s' &= \frac{1}{N}\,A\,C\sin\omega\,\frac{\sin 2\varphi\sin(\varphi'+\xi)\sin(\varphi''-\varphi')}{\cos\xi}
\end{aligned}
\right\}\quad(6)
$$

wo $N = C^2\sin\varphi\sin(\varphi+\varphi')\dfrac{\sin(\varphi'-\xi)\sin(\varphi''-\xi)\cos(\varphi-\zeta)}{\cos^2\xi\cos\zeta}$

$$+A^2\sin^2\omega\sin(\varphi+\varphi')\cos(\varphi-\varphi')\sin(\varphi+\varphi'')$$

Da nun der einfallende Strahl senkrecht auf der Einfallsebene polarisirt war, so ist $S=0$, und in diesem Falle also $\dfrac{R_p}{R_s}=\dfrac{p}{p'}=\tang b$, wo b das Polarisations-Azimuth des reflectirten Strahls bezeichnet. Für p und p' ihre Werthe gesetzt, hat man also:

$$\tang b = \frac{L\cos(\varphi+\zeta)\sin(\varphi+\varphi'+k)\cos\xi}{A\,C\sin\omega\,\sin 2\varphi\sin(\varphi'-\xi)\sin(\varphi''-\varphi')\cos k}\qquad(7)$$

Für Einfalls-Azimuthe ω, welche zwischen 0° und 90° liegen, ändert das Polarisations-Azimuth b im Allgemeinen zwei Mal sein Vorzeichen. Für $\varphi=0$ ist hier dieses Azimuth immer negativ, d. i. die Polarisations-Ebene der reflectirten Welle entfernt sich von dem Hauptschnitt der reflectirenden Ebene. Diefs findet für jeden Werth von ω [1]) bei $\varphi=0$ statt. In den Azimuthen ω aber, zwischen 0° und 90°, nimmt der negative Werth von b zu, bis er bei einem gewissen Einfallswinkel zu einem Rechten wird; dieser Einfallswinkel gehört zu dem

1) Wenn es scheinen möchte, dafs bei $\varphi=0$ d[illegible]muth ω unbestimmt bleibt, mufs man berücksicht[illegible]gen-wärtigen Falle das ω durch die Richtung [illegible]ebene der einfallenden Strahlen bestimmt ist, d[illegible]e immer *senkrecht* auf der Polarisationsebene[illegible]

ordentlichen Brechungswinkel φ', der bestimmt wird durch:

$$C \sin\varphi' - A \cos\omega \cos\varphi' = 0.$$

Es ist diefs dieselbe Relation zwischen ω und φ', wodurch die Lage der einfallenden Strahlen bestimmt wurde, welche, wenn sie senkrecht auf der Einfallsebene polarisirt sind, keinen ungewöhnlichen Strahl erzeugen; unter denselben Umständen bleibt auch, wie bei einem unkrystallinischen Medium, die Lage der Polarisationsebene im reflectirten Strahl unverändert. — Dafs der Nenner von $\tang b'$ wirklich den Factor $C \sin\varphi - A \cos\omega \cos\varphi'$ habe, davon überzeugt man sich, wenn man in $\sin(\varphi' - \xi)$ statt ξ seinen Werth aus (a) setzt. Von dem Einfallswinkel an, wo $b = 90^\circ$ ist, wird sein Werth positiv, nimmt ab, wird $= 0$, und geht nun wieder auf die negative Seite, auf der er nun bleibt, und mit $\varphi = 90$ wird b zugleich zum zweiten Mal gleich einem Rechten. Das Azimuth wird $= 0$, wenn $p = 0$ ist. Diese Gleichung $p = 0$ führt auf eine Gleichung für φ vom vierten Grade, die immer nur einen brauchbaren Werth von φ giebt; dieser Werth von φ fällt nahe zusammen mit dem Winkel der vollständigen Polarisation. Der doppelte Wechsel der Vorzeichen von b findet auf die eben beschriebene Art statt, in der Voraussetzung, dafs der durch $p = 0$ bestimmte Einfallswinkel gröfser als der durch $C \sin\varphi' - A \cos\omega \cos\varphi' = 0$ bestimmte sey; es findet aber auch der umgekehrte Fall statt, alsdann geht b, wenn φ von 0 an wächst, von der negativen Seite durch 0 auf die positive [illegible] von dieser durch einen Rechten wiederum auf d[illegible]e. Ob diese Uebergänge, wenn der Strahl au[illegible] auf den Krystall fällt, jedesmal möglich sind, [illegible] der La[illegible] brechenden Ebene in Beziehun[illegible] ab[illegible] ner mit der Axe parallelen F[illegible] des Vorzeichens durch $C \sin$[illegible] U[illegible] lich fort. Auf der natür[illegible] $\cos\varphi$[illegible] he[illegible] ths, wenn der

Strahl aus der Luft auf dieselbe fällt, mufs ω gröfser als 40° seyn, wenn $C \sin\varphi' - A \cos w \cos\varphi'$ einem möglichen φ entsprechen soll. Hier findet also von $\omega = 0'$ bis $\omega = 40°$ nur ein Vorzeichenwechsel für b, nämlich durch $p = 0$, statt; von $\omega = 40°$ bis $\omega =$ etwa 52°,3, ist der durch $p = 0$ bestimmte Einfallswinkel kleiner als der durch $C \sin\varphi - A \cos\omega \cos\varphi'$ bestimmte. Von $\omega = 52{,}3$ bis $\omega = 90°$ verhält es sich umgekehrt; da ist der durch $p = 0$ bestimmte Einfallswinkel der gröfsere. — Positiv ist also b nur zwischen den φ', welche durch $p = 0$ und $C \sin\varphi' - A \cos\omega \cos\varphi' = 0$ bestimmt, werden; wird durch beide Gleichungen dasselbe φ bestimmt, so fällt der Vorzeichenwechsel gänzlich fort, b bleibt immer negativ. Der Einfallswinkel, welcher diesen Gleichungen gemeinschaftlich genügt, ist zugleich der der vollständigen Polarisation durch Reflexion, wo also gar kein Licht reflectirt wird. — Ueberhaupt ist der Uebergang von b aus — in + durch $p = 0$ schwer oder gar nicht durch die Beobachtung zu verfolgen, weil die Intensität des reflectirten Lichts in der Nähe des dazu gehörigen Einfallswinkels äufserst gering ist; unter dem durch $p = 0$ bestimmten Einfallswinkel ist diese Intensität $= p'^2 P^2$, d. i. proportional mit dem Quadrat von $\sin(\varphi'' - \varphi')$. — Für Einfalls-Azimuthe ω, die zwischen 90° und 180° liegen, ist b von $\varphi = 0$ an bis zu der Wurzel φ der Gleichung $p = 0$ positiv, und bei dieser Wurzel geht das Azimuth b durch 0 in's Negative, wo es bleibt, bis es mit φ zugleich 90° wird, so dafs bei diesen Einfalls-Azimuthen nur ein einmaliger Wechsel des Vorzeichens von b stattfindet. Wenn $\omega = 90°$ ist, so ist $b = 90°$ für $\varphi = 0°$; b ist hier positiv von $\varphi = 0$ bis zu dem durch $p = 0$ bestimmten φ, von diesem ab ist b negativ.

Die Beobachtung des Azimuths, in welchem der reflectirte Strahl polarisirt ist, geschah mittelst eines Kalkspathprismas, dessen eine Seite eine natürliche Bruchfläche, die andere aber so geschliffen war, dafs dieses Prisma,

ver-

verbunden mit einem Glasprisma, dem austretenden ordentlichen Strahl die Richtung des eintretenden Strahls gab. Dieses Prisma war an einem getheilten Ringe so befestigt, dafs die natürliche Fläche senkrecht stand auf der Axe, um welche der Ring sich drehte. Auf die natürliche Fläche fiel der zu untersuchende Strahl nahe senkrecht, welche Stellung des Ringes dadurch erhalten wurde, dafs ein hinter dem reflectirenden Krystall *K*, Fig. 1 Taf. I, befindliches Auge den vom Beobachtungs-Prisma zum zweiten Mal reflectirten Strahl erhielt. Nachdem das Beobachtungsprisma auf diese Weise gestellt war, beobachtete man durch dasselbe den vom Krystall *K* reflectirten Strahl, und drehte dasselbe in seinem Ringe so lange, bis der ordentliche Strahl verschwand. Da diese Beobachtung sowohl bei dem im Azimuth ω, als bei dem im Azimuth $-\omega$ reflectirten Strahl angestellt wurde, war die Kenntnifs der Lage des Hauptschnitts des Beobachtungsprismas nicht weiter erforderlich, aber sie ergab sich für die folgenden Beobachtungsreihen, als die mittlere Lage zwischen zweien solchen Beobachtungen.

Die beobachteten Werthe und die aus (6) berechneten finden sich in der folgenden Tafel [1]).

α.	φ.	Beobacht. b.	Berechn. b.	δ.
45°	45°	−87° 37′	−87° 42′	− 5′
45	33 52′	−87 44,4	−87 43,5	+ 0 9″
61 28′	45	−89 57	0 0	+ 3
67 30	45	+88 47	+88 42	+ 5
90	45	+83 59	+83 55	+ 4
90	45	+84 3	+83 55	+ 8
90	33 52′	+86 55	86 51,4	+ 3 6″
135	45	+78 37	78 19	+18
	33 52	+82 55 3	82 0,5	− 5 2
157 30	45	+81 58	81 51	+ 7

1) Die folgenden Beobachtungen sind, mit einzelnen Ausnahmen, nur das Mittel aus zwanzig Einstellungen, die bei demselben φ und ω und $-\omega$ gemacht wurden.



Vierte Reihe Beobachtungen: Bestimmung des Azimuths, nach welchem der reflectirte Strahl polarisirt ist, wenn der einfallende Strahl parallel mit der Einfallsebene polarisirt ist.

Hier ist $P=0$, man hat also $\frac{R_p}{R_s}=\frac{s'}{s}=tang\, b'$ d. i.

$$tang\, b'=\frac{-A\, C \sin\omega \sin 2\varphi \sin(\varphi'+\xi)\sin(\varphi''-\varphi')\cos k'}{L\cos(\varphi-\zeta)\sin(\varphi-\varphi'+k')\cos\xi} \quad (8)$$

wo b' das Polarisations-Azimuth des reflectirten Strahls, wenn der einfallende parallel mit der Einfallsebene polarisirt ist.

Dieses Azimuth ist für alle ω's, die kleiner als 90°, negativ, für ω's aber zwischen 90° und 180° ist dasselbe bei Einfallswinkeln, die zwischen 0 und einem durch

$$C\sin\varphi'+A\cos\omega\cos\varphi'=0$$

bestimmten Einfallswinkel liegen, positiv, bei diesem Einfallswinkel selbst ist $b'=0$, und für gröfsere Einfallswinkel ist b' negativ. Beim senkrechten Einfall entfernt sich immer die Polarisationsebene des reflectirten Strahls von dem Hauptschnitt.

ω.	φ.	Beobacht. b'.	Berechn. b'.	δ'.
22° ½	57° 47′	−2° 18′	−2° 12′	−6′
45	33 52	−4 8,3	−4 16,6	+8,3
45	57 47	−3 45,7	−3 41,5	−4,2
67 ½	57 47	−3 44,5	−3 46,5	+2,0
90	57 47	−2 31	−2 32,5	+1,5
90	33 52	−2 14,6	−2 11	−3,6
135	57 47	+0 16,6	+0 13,7	−2,9
157 ½	57 47	+0 28,3	+0 28,5	+0,2

Fünfte Reihe Beobachtungen. Bestimmung des Azimuths, in welchem der einfallende Strahl polarisirt seyn mufs, damit der reflectirte Strahl senkrecht auf der Einfallsebene polarisirt sey.

Da hier $R_s=0$ ist, so mufs $p'P+sS=0$ seyn, woraus man $\frac{P}{S}=-\frac{s}{p'}=tang\, b''$ erhält, wo b'' das er-

forderliche Polarisations-Azimuth des einfallenden Strahls bezeichnet. Man hat also:

$$\tang b'' = \frac{L \cos(\varphi-\zeta) \sin(\varphi-\varphi'+k') \cos\xi}{A C \sin\omega \sin 2\varphi \sin(\varphi'-\xi) \sin(\varphi''-\varphi') \cos k'} \quad (8)$$

Diefs Azimuth ist, wenn ω zwischen 0° und 90° liegt, negativ in den Fällen, wo der zu dem einfallenden Strahl gehörige ordentliche gebrochene Strahl innerhalb des Kegels (4) liegt, in diesem Kegel selbst ist $b''=90$, außerhalb positiv. Für ω's zwischen 90° und 180° ist b'' immer positiv.

Die Tafel enthält die beobachteten und berechneten b'':

ω.	φ.	Beobacht. b''.	Berechn. b''.	δ.
45°	45°	−89° 10′,5	−89° 11′,5	−1′
45	33 52′	−88 38,4	−88 37,1	+1 4″
90	45	+87 23	+87 28	−5
112 ½	45	+85 47,5	+85 52	−4 5
135	45	+85 47,5	+85 50	−2 5
157 ½	45	+87 27	+87 26	+1

Sechste Reihe Beobachtungen. Bestimmung des Azimuths, nach welchem der einfallende Strahl polarisirt seyn mufs, damit der reflectirte Strahl parallel mit der Einfallsebene polarisirt sey.

Aus $R_p = p\,P + s'\,S = 0$ ergiebt sich $\frac{P}{S} = -\frac{s'}{p} = \tang b'''$, wo b''' das erforderliche Polarisations-Azimuth vom einfallenden Strahl bezeichnet. Es ist also:

$$\tang b''' = -\frac{A C \sin\omega \sin 2\varphi \sin(\varphi'+\xi) \sin(\varphi''-\varphi') \cos k}{L \cos(\varphi+\zeta) \sin(\varphi+\varphi'+k) \cos\xi} \quad (9)$$

Diefs Azimuth ist negativ für alle ω zwischen 0° und 90° von $\varphi=0$ bis in die Nähe der Polarisationswinkel, nämlich bis zu dem durch $p=0$ bestimmten Einfallswinkel; hier ist $b'''=90°$, jenseits dieser Winkel ist b''' positiv. Wenn aber das Einfalls-Azimuth ω zwischen 90 und 180° liegt, so hat *der Winkel* b''' im Allgemeinen



einen doppelten Wechsel des Vorzeichens; er ist für alle Einfallswinkel, die zwischen den beiden durch

$$C \sin \varphi' + A \cos \omega \cos \varphi' = 0$$

und $p=0$ bestimmte φ's liegen, negativ, aufserhalb dieser Gränzen ist er positiv; in dem Azimuth ω, wo die beiden Gränzen zusammenfallen, was bei einem Winkel der vollständigen Polarisation geschieht, findet gar kein Wechsel des Vorzeichens von b''' statt; in den Azimuthen, wo der Gleichung $C \sin \varphi + A \cos \omega \cos \varphi' = 0$ durch kein φ genügt werden kann, findet nur ein einmaliger Wechsel des Vorzeichens von b''' statt, bestimmt durch $p=0$, welcher Gleichung immer genügt werden kann.

ω.	φ.	Beobacht. b'''.	Berechn. b'''.	δ.
45°	45°	—11° 5′ 5″	—11° 40′	+34′ 5″
61 28′	45	—11 4	—11 16	+12
90	45	— 6 19	— 6 5	—14
135	45	+ 2 17	+ 2 17 5	+ 0 5

Siebente Reihe. Beobachtung des Azimuths, in welchem der einfallende Strahl polarisirt seyn mufs, wenn der reflectirte in einem gegebenen Azimuth polarisirt seyn soll.

Es sey a das Polarisations-Azimuth des einfallenden Strahls, b dasjenige des reflectirten, so dafs also $\frac{P}{S} = \operatorname{tang} a$ und $\frac{R_p}{R_s} = \operatorname{tang} b$; dann findet zwischen a und b die Relation statt, dafs:

$$\operatorname{tang} b = \frac{p \operatorname{tang} a + s'}{p' \operatorname{tang} a + s},$$

und hieraus:

$$\operatorname{tang} a = \frac{s \operatorname{tang} b - s'}{p - p' \operatorname{tang} b},$$

worin statt p, p', s, s' ihre Werthe aus (5) zu setzen

sind. Man kann diese Formel unter folgende Form bringen. Es sey $\frac{p'}{p} = tang\, \pi$ und $\frac{s'}{s} = tang\, \sigma$, so ist:

$$tang\, a = \frac{p \cos \pi \sin (b - \sigma)}{s \cos \sigma \sin (b + \pi)} \quad \ldots\ldots (10)$$

a.	*φ.*	*b.*	Beobacht. *a.*	Berechn. *a.*	*δ.*
45°	45°	+45°	—71° 0'	—71° 5'	+ 5'
45	45	—45	+69 40	+69 52	+12
90	45	+20 29'	—46 30	—46 8	+22
90	45	—32 39	+53 33	+53 27	— 6
90	45	+45	—64 19	—64 24	+ 5
90	45	—45	+70 23	+70 29	+ 6
90	45	6 5	0 2,7	0 0	— 2,7
135	45	+45	—74 15	—74 10	+ 5
135	45	—45	+67 11	+67 15	— 4
135	45	78 16	89 53,5	89 59	+ 5,5
157 ½	45	+45	—74 39,5	—74 46	+ 6,5
157 ½	45	—45	+70 25	+70 33	+ 8

Diese, mit großer Sorgfalt angestellten vorstehenden Beobachtungsreihen haben mir hinlänglich geschienen, um die Richtigkeit der aus (2) sich ergebenden Relationen nachzuweisen. Eine anderweitige Bestätigung erhalten dieselben durch Beobachtungen, welche Hr. Dr. Seebeck schon vor längerer Zeit über den Einfluſs von Krystallflächen auf die vollständige Polarisation des Lichts durch Reflexion angestellt hat (Poggendorff's Annal. Bd. XXI S. 290, Bd. XXII S. 126 und Bd. XXXVIII S. 276), bei denen er den Grad von Schärfe der bei dieser Art von Beobachtungen zu erlangen ist, zuerst kennen lehrte. Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich eine um so schätzenswerthere Bestätigung der Gleichung (2), da sie sich nicht auf die natürliche Bruchfläche des Kalkspaths allein beschränken. Ich werde daher ihre Vergleichung mit den aus (2) berechneten Werthen hier folgen lassen, zuvörderst aber die Grundsätze angeben, worauf letztere beruht. Jene *Beobachtungen* bestimmen

1) den Winkel, unter welchem natürliches Licht auf eine Krystallfläche fallen muſs, damit das reflectirte Licht vollständig polarisirt ist, und 2) bestimmen sie das Azimuth, nach welchem dieſs unter dem Polarisationswinkel reflectirte Licht polarisirt ist. Das natürliche Licht ist eine so rasche Folge von Schwingungen in verschiedenen Richtungen, daſs man annehmen kann, daſs während der Zeit, welche zur Wahrnehmung desselben nöthig, in allen Richtungen gleich viel Schwingungen stattfinden, d. h. daſs seine Polarisationsebene alle Azimuthe durchläuft. Wenn es nun unter gewissen Einfallswinkeln für den reflectirten Strahl ein Polarisations-Azimuth giebt, das unabhängig ist vom Polarisations-Azimuth des einfallenden Strahls, d. h. in welchem Azimuth der einfallende Strahl auch polarisirt seyn mag, das Polarisations-Azimuth des reflectirten Strahls immer unverändert bleibt, so muſs auch das natürliche Licht nach diesem Azimuth vollständig polarisirt seyn. Wenn polarisirtes Licht auf die Oberfläche eines unkrystallinischen Mediums unter einem gewissen Winkel (dem Polarisationswinkel) fällt, so ist das reflectirte Licht immer nach der Reflexionsebene polarisirt, folglich wird hier, wenn natürliches Licht einfällt, dasselbe durch die Reflexion vollständig nach der Einfallsebene polarisirt seyn. Daſs es sich nicht auf dieselbe Weise bei krystallinischen Oberflächen im Allgemeinen verhalten kann, erhellt daraus, daſs R_p nicht unabhängig vom Polarisations-Azimuth des einfallenden Strahls, d. i. unabhängig von P und S verschwinden kann, es sey denn, daſs zu gleicher Zeit den Gleichungen $p=0$ und $s'=0$ Genüge geschehe, welches nur in besonderen Fällen der Fall seyn kann. Aber, wie bereits bemerkt, ist nur erforderlich, damit natürliches Licht vollständig polarisirt werde, daſs $\frac{R_p}{R_s}$ eine constante Gröſse sey, d. h. unabhängig von P und S.

Ich werde diese Gröfse durch $tang\,\alpha$ bezeichnen. Damit aber

$$\frac{R_p}{R_s}=\frac{p\,P+s'\,S}{p'\,P+s\,S}=tang\,\alpha$$

unabhängig von P und S sey, mufs offenbar

$$\left.\begin{array}{l} p=p'\,tang\,\alpha \\ s'=s\,\,tang\,\alpha \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

seyn, woraus durch Elimination von $tang\,\alpha$ sich ergiebt:

$$ps-p's'=0. \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

Unter dem dieser Gleichung (12) Genüge leistenden Einfallswinkel φ wird das natürliche einfallende Licht vollständig polarisirt, und zwar nach dem Azimuth α, wo α durch eine der Gleichungen (11) bestimmt ist, hierin das aus (12) sich ergebende φ substituirt. Durch (12) wird also der Winkel der vollständigen Polarisation und durch (11) *die Abweichung* der Polarisationsebene, d. h. der Winkel, den sie mit der Reflexionsebene bildet, bestimmt.

Wenn die Reflexionsebene parallel mit dem Hauptschnitt ist, d. i. wenn $\omega=0$ oder $=180°$, dann ist $p'=0$, $s'=0$, woraus folgt, dafs hier der reflectirte Strahl parallel mit der Einfallsebene polarisirt ist; die Gleichung (12) reducirt sich in diesem Falle auf $ps=0$, oder da s nicht $=0$ werden kann durch ein bestimmtes φ, so reducirt sie sich auf $p=0$.

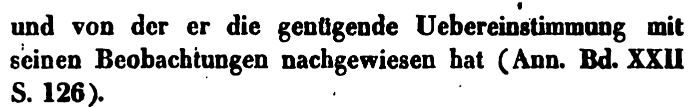
Setzt man für p seinen Werth aus (2) eliminirt φ' und φ'' mittelst

$$sin^2\,\varphi'=\mu^2\,sin\,\varphi$$
$$tang^2\,\varphi''=sin^2\,\varphi\,[\mu^2(C+A\,tang\,\varphi'')^2+\pi^2(A-C\,tang\,\varphi'')^2]$$

so findet man nach einigen Reductionen für den Winkel der vollständigen Polarisation:

$$sin^2\,\varphi=\frac{(1-\pi^2)A^2+(1-\mu^2)C^2}{1-\pi^2\,\mu^2} \quad \ldots (13)$$

Diefs ist dieselbe Formel, zu welcher bereits Hr. Seebeck durch theoretische Betrachtungen gekommen ist,



und von der er die genügende Uebereinstimmung mit seinen Beobachtungen nachgewiesen hat (Ann. Bd. XXII S. 126).

In meiner Abhandlung »*Ueber den Einfluſs etc.*« habe ich nachgewiesen, daſs die Gleichung (11) im Allgemeinen auf eine Gleichung vom vierten Grade führt, und sie kann daher nur durch Annäherungen berechnet werden. Für $\omega = 90°$ ist eine für diese Berechnung bequeme Formel diese:

$$\cos(\varphi+\varphi') = \frac{\left[(A^2\cos^2\varphi - \sin^2\varphi')^2 + A^2\cos^2(\varphi+\varphi')\sin^2(\varphi-\varphi')\right]\frac{\pi^2+\mu^2}{1-\mu^2}}{A^2\cos(\varphi+\varphi') - C^2\sin^2\varphi'\cos(\varphi-\varphi')} \quad (14)$$

Die nach dieser Gleichung berechneten Winkel der vollständigen Polarisation sind in folgender Tafel mit den von Seebeck beobachteten zusammengestellt, in welcher die erste, mit λ überschriebene Spalte die Neigung der reflectirenden Flächen gegen die Axe enthält.

λ	Beobacht. Pol. Winkel.	Berechn. Pol. Winkel.	Unterschied.
0° 12′	58° 56′	58° 54′,9	+ 1′,1
0 23	58 56,1	58 54,9	+ 1,2
27 2	59 3,9	59 19,1	—15,2
45 23,2	59 50,9	59 53,4	— 2,5
45 29	59 47,7	59 53,5	— 5,8
45 43,5	59 46,7	59 54,1	— 7,4
64 1,5	60 14,8	60 26,3	—11,7
89 47,5	60 33,4	60 47	—13,6

Im allgemeinen Fall reducirt sich die Gleichung (11) durch Elimination von φ'' nach ziemlich complicirten Reductionen endlich auf folgende Form:

$$\cos(\varphi+\varphi') = \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2} \times \left\{\frac{(A^2\sin^2\omega\cos(\varphi+\varphi')\cos(\varphi-\varphi'+P)^2 + A^2\sin^2\omega\cos^2(\varphi+\varphi')\sin^2(\varphi-\varphi')}{A^2\sin^2\omega\cos(\varphi+\varphi') + P\cos(\varphi-\varphi')}\right\}$$

wo:

$$P = A^2 \cos^2 \omega \cos^2 \varphi' - C^2 \sin^2 \varphi',$$

woraus sich sogleich der von Seebeck entdeckte sehr merkwürdige Umstand ergiebt, dafs der Polarisationswinkel im Azimuth ω und $180 - \omega$ derselbe ist.

Die auf der natürlichen Bruchfläche des Kalks in den verschiedenen Azimuthen von Hrn. Seebeck beobachteten Polarisationswinkel sind mit den aus (14) berechneten in folgender Tafel zusammengestellt:

ω.	Beobacht. Pol. Winkel.	Berechn. Pol. Winkel.	Unterschied.
0° 0'	57° 19',7	57° 20',1	+0',4
22 30	57 45,9	57 42,9	−3,0
45 0	58 33,9	58 34,9	+1,0
67 30	59 29,1	59 30,1	+1,0
90 0	59 50,9	59 53,4	+2,5

Was nun die *Abweichung der Polarisationsebene* α betrifft, so hat man dafür aus (11) $\tan\alpha = \frac{s'}{s}$. Man findet aber aus (2):

$$s' = \frac{A \sin \omega \sin 2\varphi}{N} (C \sin \varphi' + A \cos \omega \cos \varphi') \sin(\varphi'' - \varphi'),$$

wo N dieselbe Bedeutung als in (6) hat. Hierin ist für φ der aus (14) sich ergebende Werth zu setzen. Der Werth von s reducirt sich für diesen Fall der vollständigen Polarisation auf:

$$s = \frac{\sin^2 \varphi}{N} \left(\frac{C^2 \sin^2 \varphi - A^2 \cos^2 \omega \cos^2 \varphi'}{\cos(\varphi + \varphi')} \right) \sin(\varphi'' - \varphi').$$

Man hat also:

$$\tan \alpha = \frac{A \sin \omega \cos(\varphi + \varphi')}{C \sin \varphi' - A \cos \omega \cos \varphi'}, \quad \ldots \quad (15)$$

d. h. die Tangente der Abweichung der Polarisationsebene ist gleich der Tangente des Winkels, welchen die Polarisationsebene der ordentlichen Wellenebene, die im Innern des Krystalls bei der vollständigen Polari-

sation erzeugt ist, mit der Einfallsebene bildet, multiplicirt mit dem Cosinus der Summe des Polarisationswinkels und des ihm entsprechenden ordentlichen Brechungswinkels.

In diesen Annalen, Bd. XXXVIII S. 281, theilt Hr. Seebeck zwei Beobachtungsreihen über den Winkel α mit; die eine ist auf der natürlichen Bruchfläche des Kalks angestellt, die andere auf einer mit der Axe parallelen Fläche.

1) Auf der natürlichen Bruchfläche des Kalkspaths.

ω.	Beobacht. α.	Berechn. α.	Unterschied.
0°	0°	0° 0′	0′
22 ½	−2 9′	−2 16	+ 7
45	−3 38	−3 38,3	+ 0,3
67 ½	−3 34	−3 42,3	+ 8,3
90	−2 30	−2 26,3	− 3,7
112 ½	−0 48	−0 52	+ 4
135	+0 23	+0 16,3	− 6,7
157 ½	+0 18	+0 28,7	+10,7
180	0 0	0 0	0,0

2) Auf einer mit der Axe parallelen Fläche.

ω.	Beobacht. α.	Berechn. α.	Unterschied.
0°	0°	0° 0′	0′
22 ½	−2 43′	−2 45,5	− 2,5
45	−3 57	−4 7,5	−10,5
67 ½	−2 46	−3 2,5	−16,5
90	0	0 0	0,0

Ich habe oben in (5) die Amplituden in dem reflectirten Licht R_p und R_s ausgedrückt durch:

$$R_p = p\,P + s'S$$
$$R_s = p'P + s\,S$$

ich will jetzt eben so die Amplituden in beiden gebrochenen Wellen D' und D'' bezeichnen durch:

$$D' = \pi\,P + \sigma' S$$
$$D'' = \pi'' P + \sigma'' S.$$

Die vorhergehenden Beobachtungen können ihrer Natur nach nicht die absoluten Werthe von p, p' etc. $\pi', \sigma' \dots$ kennen lehren; es können durch Beobachtungen dieser Art nur bestimmt werden:

1) Die Verhältnisse $p : p' : s : s$
2) Das Verhältnifs $\pi : \sigma'$
3) Das Verhältnifs $\pi : \sigma''$.

Somit kann die Richtigkeit der Gleichungen (2) in ihrer ganzen Ausdehnung nicht aus den mitgetheilten Beobachtungen gefolgert werden, nur ihre Angaben in Hinsicht auf das Verhältnifs je zwei von den Strahlen, aus denen man das reflectirte Licht zusammengesetzt betrachten kann, deren Amplituden pP, $p'P' \dots$ sind, und in Hinsicht auf das Verhältnifs von den zwei Strahlen, aus welchen der ordentliche Strahl, und in Hinsicht auf das Verhältnifs der zwei Strahlen, aus welchen der aufserordentliche Strahl zusammengesetzt ist; nur diese Angaben der Gleichungen (2) können durch die mitgetheilten Beobachtungen als erwiesen angesehen werden. Ich habe aber an einem anderen Ort (diese Annalen Bd. XXXX S. 502) bereits gezeigt, dafs die Kenntnifs der Verhältnisse jener Strahlen, sey es, dafs sie durch directe Beobachtungen oder durch theoretische Betrachtungen erhalten ist, hinreicht in dem Falle, dafs das brechende Medium ein vollkommen durchsichtiges ist, um die Intensitäten zu bestimmen, mit welchen das Licht reflectirt wird, und sich unter den beiden gebrochenen Strahlen vertheilt. Unter einem vollkommen durchsichtigen Medium ist hier aber ein solches verstanden, bei welchem, unmittelbar nach der Brechung, die Summe des reflectirten und gebrochenen Lichts gleich ist dem einfallenden Licht, so dafs die Absorption des Lichtes, welches im Innern des Mediums von einer merklichen Dicke etwa eintritt, hier ohne Einflufs ist.

Die Intensität des einfallenden Lichtes ist P^2+S^2, und eben so ist die des reflectirten Lichts $R_p{}^2+R_s{}^2$;

die Intensitäten des ordentlichen und aufserordentlichen Strahls sind proportional mit den Quadraten ihrer Amplituden; ich bezeichne sie mit $\alpha' D'^2$ und $\alpha'' D''^2$. Setzen wir nun:

$$\left.\begin{aligned}
R_p^2 &= p^2\left(P+\frac{s'}{s}S\right)^2 \\
R_s^2 &= p^2\left(\frac{p'}{p}P+\frac{s}{p}S\right)^2 \\
\alpha' D'^2 &= \alpha' \pi'^2 \left(P+\frac{\sigma'}{\pi'}S\right)^2 \\
\alpha'' D''^2 &= \alpha'' \pi''^2 \left(P+\frac{\sigma''}{\pi''}S\right)^2
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (17)$$

in die Gleichung, welche die vollkommene Durchsichtigkeit ausdrückt, nämlich in:

$$P^2+S^2=R_p^2+R_s^2+\alpha' D'^2+\alpha'' D''^2,$$

so erhalten wir, da diese Gleichung für jeden Werth von P und S stattfinden mufs, die drei folgenden Relationen:

$$\left.\begin{aligned}
1 &= p^2\left(1+\left(\frac{p'}{p}\right)^2\right)+\alpha'\pi'^2+\alpha''\pi''^2 \\
1 &= p^2\left(\left(\frac{s'}{s}\right)^2+\left(\frac{s}{p}\right)^2\right)+\alpha'\pi'^2\left(\frac{\sigma'}{\pi'}\right)^2+\alpha''\pi''^2\left(\frac{\sigma''}{\pi''}\right)^2 \\
0 &= p^2\left(\frac{s'}{s}+\frac{p's}{p^2}\right)+\alpha'\pi'^2\left(\frac{\sigma'}{\pi'}\right)+\alpha''\pi''^2\left(\frac{\sigma''}{\pi''}\right)
\end{aligned}\right\} \quad (18)$$

In diesen drei Gleichungen sind p^2, $\alpha'\pi'^2$, $\alpha''\pi''^2$ Unbekannte, während die Quotienten $\frac{p'}{p}$, $\frac{s'}{p}$, $\frac{\sigma'}{\pi'}$ ... bekannt sind, nämlich die durch die Beobachtungen bestätigten Werthe dieser Quotienten, welche sich aus (2) ergeben. Substituirt man diese Werthe, und löst die Gleichungen in Beziehung auf p^2, $\alpha'\pi'^2$, $\alpha''\pi''^2$ auf, so findet man:

1) Dafs p denselben Werth hat, als der aus (2) sich ergebende.

2) Dafs man auch für π' und π'' die aus (2) sich

ergebenden Werthe setzen kann, wenn man annimmt, daſs:

$$\alpha'=\frac{\sin\varphi'\cos\varphi'}{\sin\varphi\cos\varphi}$$

$$\alpha'=\frac{\sin\varphi''\cos\varphi''}{\sin\varphi\cos\varphi}\left\{1-\frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma''(C-\gamma''\cos\varphi'')}{(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2)\cos\varphi''}\right\} \quad (19)$$

Die Bedeutung dieser Annahme ergiebt sich aus folgender Betrachtung. Die Gleichung der vollkommenen Durchsichtigkeit ist keine andere, als die der Erhaltung der lebendigen Kräfte; hieraus erhellt die Bedeutung von α' und α''. Wenn a die Masse bedeutet, welche von einem einzelnen Impuls der einfallenden Welle bewegt wird, und b' die Masse, welche in der ordentlich gebrochenen Welle von demselben Impuls in Bewegung gesetzt wird, so ist $\alpha'=\frac{b'}{a}$, und wenn b'' dasselbe für die auſserordentliche gebrochene Welle bedeutet, so ist $\frac{b''}{a}=\alpha''$. Statt dieser Massen a, b', b'' kann man auch diejenigen setzen, welche von einer ganzen Undulation in der einfallenden und in den beiden gebrochenen Wellen in Bewegung gesetzt wird. Diese Massen verhalten sich wie die in Bewegung gesetzten Volumina multiplicirt mit den Dichtigkeiten; nennt man die Dichtigkeit in dem brechenden Medium δ und in dem umgebenden d, so findet man (siehe meine Abhandlung über den Einfluſs etc.):

$$\frac{b'}{a}=\frac{\delta\sin\varphi'\cos\varphi'}{d\sin\varphi\cos\varphi}$$

$$\frac{b''}{b}=\frac{\delta\sin\varphi''\cos\varphi''}{d\sin\varphi\cos\varphi}\left\{1-\frac{(\pi^2-\mu^2)(C-\gamma''\cos\varphi'')}{(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2)\cos\varphi''}\right\}.$$

Die Vergleichung dieser Werthe mit denjenigen, die in (19) für α' und α'' angenommen worden sind, lehrt, daſs die Gleichungen (2) nur in der Voraussetzung als erwiesen angesehen werden können, daſs $d=\delta$, d. h. daſs in allen Medien der Aether dieselbe Dichtigkeit

habe. Es ist kein Phänomen des Lichts bekannt, welches hiemit in Widerspruch steht. Sollte indeſs es sich wirklich anders verhalten, so wäre die einzige Abänderung, welche die Gleichungen (2) träfe, die, daſs statt D' und D'' in ihnen gesetzt werden müſste $D'\sqrt{\frac{d}{\delta}}$ und $D''\sqrt{\frac{d}{\delta}}$. Ich glaube aber, es giebt kein beobachtbares Phänomen, wodurch entschieden werden kann, ob dieser Factor $\sqrt{\frac{d}{\delta}}$ einen von 1 verschiedenen Werth habe oder nicht. Auf jeden Fall ist dieser Factor ohne Einfluſs auf die Modificationen, welche das zurückgeworfene Licht durch die Reflexion erhält, und ohne Einfluſs auf die Intensität der beiden gebrochenen Lichtstrahlen; beides, jene Modificationen und diese Intensitäten, werden innerhalb der Beobachtungsgränzen durch die Gleichungen (2) richtig dargestellt.

II. *Ueber die circulare Doppelbrechung; von Hrn. Babinet.*

(Auszug. *Compt. rend.* 1837, *I*, *p.* 900.)

Die circulare Doppelbrechung, welche man längs der Axe des Bergkrystalls wahrnimmt, ist eben so an die circulare Polarisation gebunden, wie die gewöhnliche Doppelbrechung an die lineare Polarisation. Sie erzeugt auch bei einem gewöhnlich polarisirten Strahl, der durch eine gewisse Dicke von Bergkrystall, unkrystallisirtem Zukker, Kampher, Terpenthinöl oder Zuckerwasser geht, das sonderbare Phänomen der Drehung der Polarisationsebene. Diese zuerst von Arago entdeckte und darauf von Biot sorgfältig untersuchte Drehung beobachtet man

auch in verschiedenem Sinn und mit verschiedener Intensität bei einer großsen Anzahl organischer Substanzen. Durch die Annahme, dafs zwei circular polarisirte Strahlen, ein rechts und ein links gewandter, die mit der mit der Drehkraft begabten Substanzen mit etwas verschiedener Geschwindigkeit durchlaufen [1]), hat Fresnel gezeigt, wie diese neue Art von Doppelbrechung entstehen könne. Der Zweck der gegenwärtigen Abhandlung ist die Aufstellung der Formel für das Gesetz der circularen Doppelbrechung, die mathematische Festsetzung ihres Zusammenhanges mit den Drehungs-Erscheinungen, und endlich die Darlegung von Interferenz-Erscheinungen, welche, unabhängig von jedem anderen Mittel, das Maafs dieser sonderbaren Doppelbrechung, selbst für Flüssigkeiten, bei denen sie nur schwach ist, geben können.

1) Wenn zwei Strahlen von gleichem Ursprung rechtwinklich gegen einander polarisirt sind, und einer von ihnen um ein Viertel einer Wellenlänge (*intervalle fondamental des interferences*) die ich zur Kürze mit λ bezeichne, verzögert worden ist, so stellt diefs System der beiden Strahlen das dar, was Fresnel, Arago,

1) Der Begriff von *optischen Aequivalenten*, welchen wir Hrn. Arago verdanken, erlaubt das Wort *Geschwindigkeit* zu entfernen aus der Klasse der theoretischen Begriffe, deren Gebrauch man immer bei Angabe wissenschaftlicher Resultate vermeiden mufs. In der That folgt aus den Interferenzversuchen, dafs der Weg, welcher von einem Strahl in einer brechenden Platte durchlaufen wird, vollkommen *äquivalent* ist diesem nämlichen Weg, multiplicirt mit dem Brechungsverhältnifs und durchlaufen im Vacuo. Wenn demnach die Geschwindigkeit des Lichts im Vacuo zur Einheit angenommen wird, so ist die Geschwindigkeit in jedem andern Mittel, experimentell definirt, die *Reciproke des Brechungsverhältnisses*. (Wenn man indefs noch vom *Durchlaufen* eines Weges sprechen mufs, wobei doch die *Länge* dieses Weges und die *Zeit* zum Durchlaufen in Betracht kommen, so ist nicht füglich einzusehen, was mit der Vermeidung des Worts *Geschwindigkeit* eigentlich gewonnen sey. *P.*).

Airy u. s. w. einen *circular polarisirten Strahl* nennen. Er giebt beim Durchgang durch einen Kalkspath keine ungleichen Bilder; allein er färbt Krystallblättchen, mit Ausnahme der senkrecht gegen die Axe geschnittenen Bergkrystallblättchen und des Terpenthinöls, welche er farblos läfst; endlich zertheilt er sich, längs der Axe des Bergkrystalls fortgehend, nicht in zwei Bündel. Ich setze hier voraus, dafs der circular polarisirte Strahl erzeugt sey durch den Durchgang eines linear (*homogène*) polarisirten Strahls durch ein Glimmerblättchen von solcher Stellung und Dünnheit, dafs die beiden resultirenden Strahlen einerseits gleiche Intensität haben und andererseits in ihrem Gange um ein Viertel von λ verschieden sind. Ohne hier alles Bekannte über diesen Gegenstand wiederholen zu wollen, bemerke ich nur, dafs wenn, bei einem gegebenen Glimmerblättchen, die Polarisationsebene des einfallenden Strahls ihr Azimuth um 90° ändert, der resultirende Strahl, wenn er anfangs z. B. von der Linken zur Rechten polarisirt war, nach dieser Veränderung von der Rechten zur Linken polarisirt ist. Ist m das Brechungsverhältnifs eines dieser Strahlen parallel der Axe des Krystalls, so wird das Brechungsverhältnifs des andern $m(1+\varphi)$ seyn; φ ist eine sehr kleine Gröfse, die ich zu bestimmen suchen werde. Was m betrifft, so hat man parallel der Axe des Bergkrystalls $m=1,5484$.

2) Bekanntlich kann man immer einen gewöhnlich polarisirten Strahl als bestehend aus zwei circular polarisirten Strahlen ansehen, und daraus folgere ich, dafs wenn einer dieser Strahlen längs der Axe des Bergkrystalls um das Intervall von $\frac{1}{2}\lambda$ im Vacuo verzögert worden ist, die Polarisationsebene des aus beiden Strahlen hervorgehenden Strahls alsdann um 90° gedreht sey. Nun ist das Intervall, das im Vacuo $\frac{1}{2}\lambda$ beträgt, kleiner im Bergkrystall und blofs $\frac{1}{2}\frac{\lambda}{m}$, und diefs ist also

der

der Weg, welchen der eine circular polarisirte Strahl vor dem andern gewinnt, wenn die Polarisationsebene sich um 90° dreht. Es sey α der Drehungswinkel der Polarisationsebene für eine Bergkrystallplatte von einem Millimeter Dicke und für eine gegebene homogene Farbe, so hat man eine Drehung von 90° für eine Dicke von $\frac{90}{\alpha}$ Millimeter. Die von den beiden Strahlen durchlaufenen äquivalenten Werthe sind also, für den einen $\frac{90}{\alpha}$ und für den andern $\frac{90}{\alpha}+\frac{1}{2}\frac{\lambda}{m}$, und das Verhältnifs der beiden zuvor erwähnten Gröfsen m und $m(1+\varphi)$ wird also das von $\frac{90}{\alpha}$ zu $\frac{90}{\alpha}+\frac{1}{2}\frac{\lambda}{m}$, so dafs $1+\varphi$ ausgedrückt wird durch $1+\frac{1}{2}\frac{\lambda}{m}\cdot\frac{\alpha}{90}$, und man hat also:

$$\varphi=\frac{1}{2}\frac{\lambda}{m}\cdot\frac{\alpha}{90}.$$

Um sich eine Idee von diesen Zahlen zu machen, wollen wir setzen: $m=\frac{3}{2}$, $\lambda=0{,}0005$ Millm., $\alpha=20°$; m und $m(1+\varphi)$ werden dann $\frac{3}{2}$ und $\frac{3}{2}(1+\frac{1}{27000})$. Dieser Bruch $\frac{1}{27000}$ ist kleiner als die kleinste der gewöhnlichen Doppelbrechungen, die man beobachtet hat.

3) Legt man zwei Bergkrystall-Prismen an einander, so dafs sie ein Parallelepiped bilden, läuft das Licht in diesen Prismen parallel der Axe, und haben dieselben entgegengesetzte Drehkräfte, so weifs man, dafs dasjenige der beiden Prismen, welches einem der circular polarisirten Strahlen die gröfsere Geschwindigkeit giebt, dem andern die kleinere giebt, und umgekehrt, so dafs wenn der erstere Strahl von der Geschwindigkeit m zur Geschwindigkeit $m(1+\varphi)$ übergeht, der andere von $m(1+\varphi)$ zu m übergeht. Für diesen Fall finde ich nun, dafs, wenn i den brechenden Winkel eines jeden

der zusammengeklebten Prismen bezeichnet, die Winkeltrennung δ der beiden Bündel ist:

$$\delta = 2m\varphi \tang i.$$

Diefs ist der Werth der circularen Doppelbrechung. Ist z. B. $i = 80^\circ$, so hat man nahe:

$$\delta = \frac{1}{1200}.$$

Dieser Winkel beträgt ungefähr zwei Minuten, und da die Doppelbrechung ungefähr $\frac{1}{1200}$ von der Entfernung des Gegenstandes ist, so sieht man einen Gegenstand, der ein Millimeter im Durchmesser hält, in der Entfernung von $\frac{1}{1200}$ Millimeter doppelt.

Durch eine ähnliche Rechnung findet man, dafs man, um mit Terpenthinöl oder Zuckerlösung eine circulare Doppelbrechung zu erhalten, die Zahl der Prismen oder die brechenden Winkel i so vergröfsern müfste, dafs der Versuch unmöglich würde.

4) Man mufs also Interferenzen zu Hülfe nehmen, um diese so schwachen circularen Doppelbrechungen zu messen, wenn man nicht die Drehungen anwenden will, oder vielmehr, man mufs durch die Interferenzen die obigen theoretischen Inductionen bestätigen, welche von einer besonderen Natur sind, und welche uns gegeben haben:

$$\delta = 2m\varphi \tang i.$$

Diefs habe ich anfangs durch mühsame und verwikkelte Verfahrungsarten bewerkstelligt, allein zuletzt durch einen sehr einfachen Versuch, den ich jetzt beschreiben will.

Ich stelle ein homogenes Licht von gegebener Farbe hinter eine kleine verticale Oeffnung, und polarisire das durchgegangene Licht mittelst einer Turmalinplatte. Ein Meter von der kleinen Oeffnung stelle ich eine prismatische Glasplatte (*plaque-prisme*) auf, welche ein Meter hinter sich schöne Interferenzfransen erzeugt. Mittelst zweier kleinen Glimmerblättchen erhält jeder der beiden interferirenden Strahlen dicht hinter der prismati-

schen Platte die Circularpolarisation, was (abgesehen von der Bemerkung unter No. 5) die Interferenzen nicht stört, obgleich die beiden Circularpolarisationen, wohl verstanden, von entgegengesetzter Natur sind.

Diefs gesetzt, stelle man hinter den beiden Glimmerblättchen einen dicken Bergkrystall so auf, dafs die interferirenden Strahlen ihn längs der Axe durchlaufen. Nach dem zuvor Gesagten, gewinnt einer der Strahlen den Vorsprung vor dem andern, und die Dazwischensetzung des Krystalls verschiebt also die Fransen. Die Gröfse dieser Verschiebung ist leicht zu berechnen, wenn man sich erinnert, dafs bei einer Krystalldicke von $\frac{90}{\alpha}$ (etwa 4,5 Millimeter) der eine Strahl eine halbe Wellenlänge vor dem andern gewinnt. Bei einem der von mir angewandten Krystalle entspricht die Verschiebung neun Fransen, d. h. bei Fransen von 0,5 Millim. Breite, 4 bis 5 Millim. Weges. Nimmt man statt des Bergkrystalls eine mit Drehkraft begabte Flüssigkeit, so erhält man eben so die Messung ihrer circularen Doppelbrechung, die direct durch die Bestimmung von δ unmefsbar seyn würde.

Da bei vorstehendem Versuch die Dazwischensetzung des Bergkrystalls oder der Flüssigkeit, schon vermöge der gewöhnlichen Brechung, die Fransen etwas verschieben mufs, weil es unmöglich ist, die Ein- und Austrittsfläche vollkommen parallel zu machen, so ist es begreiflicherweise unumgänglich, diese Fehlerquelle zu entfernen. Bei meinen ersten Versuchen vertauschte ich die Glimmerblättchen gegen einander, und bewirkte dadurch eine Veränderung in der Natur der Strahlen und eine Verschiebung der Fransen um's Doppelte des Effects der Blättchen für jeden gegebenen Fall von Circularpolarisation. Allein man kann noch einfacher verfahren, wenn man den Krystall und die Glimmerblättchen unverändert läfst, und blofs *die Polarisationsebene des*

durch die schmale Oeffnung eindringenden Lichts um 90° *dreht*, wozu man offenbar nur die Turmalinplatte um 90° zu drehen braucht. Alsdann vertauschen die beiden Strahlen, bei Ankunft auf den Glimmerblättchen, gegenseitig die Natur ihrer Circularpolarisation. Auch die circulare Doppelbrechung ändert ihre Natur. Der Strahl, der im ersten Fall am meisten verzögert wurde, wird es im zweiten am wenigsten. Endlich werden die Fransen, ohne irgend eine Störung in dem System der Glimmerblättchen und dem doppelt circular brechenden Körper, verschoben um eine Gröfse, deren Hälfte die Wirkung dieses Körpers ist.

Sey nun diese Wirkung vorgestellt durch die Zahl n von Fransenbreiten, welche den Werth der Hälfte der gesammten Verschiebung für eine Plattendicke e ausdrückt. Die Dicke, welche einer Verschiebung von einer halben Fransenbreite entspricht, wird offenbar $\frac{1}{2}\frac{e}{n}$ und nach dem oben Gesagten würde man haben:

$$\varphi=\frac{\lambda n}{me},$$

wenn man $\frac{90}{\alpha}$ durch $\frac{1}{2}\cdot\frac{e}{n}$ ersetzt.

5) Die circular polarisirten Strahlen bieten bei ihrer Interferenz eben so viele Eigenthümlichkeiten dar, wie bei ihren übrigen optischen Eigenschaften. So geben, genau genommen, zwei im entgegengesetzten Sinn circular polarisirte Strahlen bei ihrer Vereinigung immer eine constante Helligkeit, was für einen Gangunterschied sie auch besitzen mögen. Wenn aber einer von ihnen eine Verzögerung von einer halben Welle erlitten hat, so vereinigen sich beide zu einem gewöhnlich polarisirten Strahl, dessen Polarisationsebene rechtwinklich steht auf der des ursprünglichen Strahls, von welchem die beiden circular polarisirten Strahlen abstammen. Wenn man dann das Licht bei seinem Austritt analysirt, durch

eine Turmalinplatte, die der, welche die ursprüngliche Polarisation erzeugt, parallel ist, so hat man Dunkelheit dort, wo die Polarisationsebene um 90° gedreht ist, d. h. nach dem Obigen, wenn der Gangunterschied $\frac{1}{2}\lambda$ beträgt, ganz wie bei den gewöhnlichen Interferenzen. Die Gesetze der circularen Doppelbrechung, der Drehung der Polarisationsebene, und der Interferenzen circular polarisirter Strahlen sind also experimentell und theoretisch enthalten in den Formeln und in dem Versuch, welche ich so eben anführte, eben so wie die Aenderungen in der Geschwindigkeit circular polarisirter Strahlen in Substanzen, die diese Drehung erzeugen. Schliefslich bemerke ich noch, dafs dasselbe experimentelle Verfahren durch Geschwindigkeitsmessungen, welche kein anderes zu liefern vermag, auszumitteln erlaubt, wie die längs der Axe des Bergkrystalls stattfindende circulare Doppelbrechung des Bergkrystalls in die gewöhnliche Doppelbrechung übergeht, so wie man die Strahlen gegen die Axe neigt, worüber, selbst nach den wichtigen Untersuchungen von Airy [1]), sowohl die Theorie als die Beobachtung noch eine grofse Dunkelheit übrig läfst.

III. *Ueber die Richtungslinien des Sehens; von Joh. Mile,*

Professor an der ehemaligen Universität zu Warschau.

Die aus einem Punkte eines Gegenstandes divergirenden Strahlen werden, wenn sie die Hornhaut des Auges treffen, so gebrochen, dafs sie sich convergirend weiter in's Auge fortpflanzen, und bei einer gewissen Entfernung des Gegenstandes, wo er am deutlichsten erscheint, sich in einem einzigen Punkt auf der Netzhaut vereinigen. Die auf diese Art aus vielen leuchtenden

1) Annalen, Bd. XXIII S. 259 und 264.

Punkten entstandenen Lichtbüschel treten aber convergirend in's Auge, kreuzen sich in demselben und divergiren alsdann. Ihre besonderen Vereinigungspunkte fallen also ausgebreitet auf die Netzhaut, und geben hier ein, in Hinsicht der Gröfse des Gegenstandes, verschiedenes, aber der Entfernung proportionales, in Hinsicht der Gestalt und Farbe aber ganz gleiches Bild.

Ob zwar nun jeder Lichtpunkt des Gegenstandes einen kegelförmigen Büschel Lichtstrahlen in's Auge schickt, die sich alsdann von verschiedenen Punkten der Hornhaut *xz* (Fig. 1 Taf. II) auf der Netzhaut in einem Punkt *c* vereinigen, also das Sehen des Lichtpunktes *b* durch alle Strahlen geschieht, so versetzt das Gefühl den Lichtpunkt *b* doch nur in die Richtung eines einzigen constanten Strahls *cdb*; denn geschähe dieses in der Richtung aller Strahlen *cxb*, *cdb*, *czb*, so würde uns der gesehene Lichtpunkt *b* nicht an einem einzigen Punkt *o* erscheinen, sondern ausgebreitet in eine Fläche *rs*. Auch würden in solchem Falle die Objecte, welche sich auf dem Wege aller Strahlen befinden, z. B. die Stifte *mna* den Punkt *b* decken, während diefs nur einer in *a*, auf dem Wege *db*, thut. Man scheint also den Punkt *b* nur in der Richtung eines einzigen Strahls, wie durch ihn zu sehen, und deswegen hat man ihn *Richtungsstrahl* genannt.

Obgleich das Erblicken eines Lichtpunktes an einem gewissen Ort, aufserhalb des Auges in der Richtung eines einzigen Strahls geschieht, so kann es doch nicht von einer besonderen Wirkung dieses einzigen Lichtstrahls abhängen. Denn aus physikalischen Gründen läfst sich's gar nicht einsehen, warum nicht alle Strahlen desselben Kegels, die doch nur einen gemeinschaftlichen Ausgangspunkt *b* haben, und in einem einzigen Punkt *c* zusammenkommen, gleichen Antheil daran haben, und nur einer unter ihnen den Vorzug, die Richtung des Sehens anzugeben, besitzen sollte? Dafs diefs wirklich

nicht der Fall sey, zeigt der folgende Versuch. Sieht man durch eine ganz kleine Oeffnung d' (Fig. 1 Taf. II) in ein ungefähr 10 Zoll langes Röhrchen hinein, so erblickt man die zweite Oeffnung b', die sich in der Entfernung des deutlichen Sehens befinden mufs, als einen rein begränzten Lichtpunkt. Bleibt dieser Punkt und das Auge fixirt, und bewegt man das vordere Ende nach der einen und der andern Seite (doch nicht mehr als etwa $1\frac{1}{2}$ Linien, weil diefs der Durchmesser des Sehloches ist), so sieht man b' fortwährend und unverrückt an demselben Ort [1]). Betrachtet man einen Lichtpunkt in der deutlichen Sehweite durch ein kleines Kartenloch, so kann man dieses auch von einem zum andern Rande des Sehloches hinbringen, und doch sieht man den Lichtpunkt an derselben Stelle unverrückt. Wenn aber das Loch am Rande des Sehloches gestellt ist, so kommt ja der sogenannte Richtungsstrahl $b'd'$ gar nicht in das Auge, sondern nur der seitliche Kegelstrahl $b'z'$. Man sieht hier also den Punkt b unbeweglich an denselben Ort, wie in der Richtung des Richtungsstrahls $d'b'$, aber ohne diesen, und doch eben so, als vermittelst desselben. Es giebt auch Augenlagen, wie wir später (Fig. 24 Taf. II) sehen werden, wo der sogenannte Richtungsstrahl, selbst beim gewöhnlichen Sehen, nicht in's Auge gelangen kann, und wo doch in seiner Richtung das Sehen geschieht, wo es also auch durch andere Strahlen, aber desselben Kegels und desselben Ausgangspunktes, die also auch auf dieselbe Stelle der Retina das Bild des Lichtpunktes werfen, vermittelt wird.

1) Nur eine Veränderung wird hier fühlbar; nämlich der Lichtpunkt b' erscheint etwas gefärbt am Rande. Diefs kommt aber davon her, dafs die seitlichen, schief in die Cornea eintretenden Strahlen bx, bz mehr gebrochen werden, also auch ihre Farbenzerstreuung, da sie hier durch das kleine Loch allein in's Auge kommen und durch die mittleren Strahlen nicht verwischt werden, fühlbar wird.



Auch das Decken des Lichtpunktes *b* geschieht in diesen Fällen, wo man es durch ein kleines Loch sieht, in anderen Richtungen, als wie dann, wenn man es mit offenem Auge betrachtet. Bringt man im Rohre *b'd'* (Fig. 1 Taf. II) auf dem geraden Wege von einem zum andern Loche einen Stift an, so mufs dieser den Durchgang der Strahlen versperren, und da er sich mit dem Rohre bewegt, es in jeder Lage *bm*, *ba*, *bn* thun. Wird aber ein Stift vor einem offenen Auge, eben so wie der im Rohre, von *m* nach *n* bewegt, so wird er den Lichtpunkt *b* nur in der Lage *ba* decken, nicht aber wenn er, seitwärts von *a*, in *m* oder *n* sich befindet. Im ersten Falle geschieht also die Deckung in der Richtung aller Strahlen des Lichtkegels, im zweiten, nur in der Richtung eines einzigen, nämlich des Richtungsstrahles. Das Decken im ersten Falle kommt aber augenscheinlich vom Abhalten des Lichtes von der Retinastelle *c*, also durch Schattenbildung, welches beim offenen Auge deswegen nicht stattfinden kann, weil die Nebenstrahlen desselben Kegels, die den Stift umgeben und im Rohre, von der vorderen das Loch umgebenden Wand abgehalten werden, hier in's Auge gelangen, auf dieselbe Retinastelle *c* fallen, also den Schatten verwischen.

Sind zwei Stifte hinter einander fixirt, und wird ein Kartenloch vor dem auch fixirten Auge bewegt, so wird man nur in der Mittellage den Stift *b* durch *a* (Fig. 1 Taf. II) bedeckt sehen; in den Seitenlagen werden aber die Stifte aus einander zu gehen scheinen. Fällt der hintere Stift in die deutliche Sehweite, so erscheint er unverrückbar, und nur der vordere bewegt sich nach der entgegengesetzten Seite der Kartenbewegung; fällt aber der vordere in die deutliche Sehweite, so scheint dieser still zu stehen, und der entfernte bewegt sich nach der andern Seite, nämlich jetzt nach derselben Richtung wie die Karte bewegt wird, also, wie früher von

a gegen m, jetzt von o gegen s, wenn wir die Bewegung des Kartenloches von d nach s annehmen. Wenn man den Versuch nur mit der Hälfte des Sehloches wiederholt, indem man das Loch nur eine halbe Linie vom Kartenrande anbringt, so sieht man mit der offenen Hälfte des Auges über den Kartenrand hinweg, dafs die Objecte ab unverrückt bleiben, mit der andern Hälfte durch's Loch, dafs sie auseinandergehen und zusammenkommen. Also auch hier findet das Gedecktseyn des Lichtpunktes b durch a in der Richtung des Richtungsstrahls nur alsdann statt, wenn viele Strahlen desselben Kegels das Sehen zu Stande bringen, und nicht dann, wenn nur ein kleiner Theil dazu verwendet wird.

Aus dem Obigen folgt also: 1) dafs ein jeder Strahl des gemeinschaftlichen Kegels, der nur in's Auge gelangen kann, ein Sehstrahl ist, weil er, sowohl mit andern zusammen, als auch abgesondert, das Sehen des Lichtpunktes, von welchem er ausstrahlt, vermitteln kann; 2) dafs nicht vorzugsweise ein einziger Strahl, sondern alle desselben Kegels den Lichtpunkt als fixirt an einem Ort aufserhalb des Auges, also in einer und derselben Richtung, sehen lassen; 3) dafs das Decken des Lichtpunktes durch Stifte auf dem Wege aller Strahlen, oder auf keinem geschehen kann, was nur davon abhängt, ob man auch die übrigen Kegelstrahlen in's Auge hineinläfst oder nicht; 4) dafs es nicht der Richtungsstrahl ist, der die Richtung nach dem Lichtpunkte fühlen läfst, weil er fehlen kann, ohne das Sehen des Lichtpunktes, als feststehenden, an einem bestimmten Ort, aufzuheben. Das Sehen des Lichtpunktes in einer bestimmten Richtung, an einen unverrückbaren Ort, mufs also nicht von einem besonderen Einwirken des Richtungsstrahls, sondern von anderen Umständen abhängen.

Wenn wir den Punkt *b* nur durch *a*, und nicht durch *m* oder *n* gedeckt sehen, so mufs das Abhalten des Lichtes durch die Stifte nicht die Ursache davon

seyn; denn die Stifte *mn* verwehren eben so wie *a* einem Theile der Strahlen den Eintritt in's Auge, und die übrigen Strahlen desselben Kegels umgehen eben so den Stift *a* als die Stifte *m* und *n*, und löschen den Schatten aus. Dieses Auslöschen ist vielmehr ein Grund dafür, dafs auch der Stift *a* den Lichtpukt *b* nicht decken sollte, was er doch thut. Die Ursache dieses Deckens mufs also eine andere seyn. Sie liegt darin, dafs die der Lichteinwirkung offen stehenden Stifte nicht nur Lichtabhaltend, schattenwerfend, sondern auch lichtzerstreuend wirken, indem sie selbst zu Lichtpunkten werden, die ihre besonderen Bilder auf die Retina werfen. Schattenwerfen geschieht nur in einer Linie, in derselben wie der Gang der einzelnen Strahlen, also im Lichtkegel nach unendlich vielen Richtungen der besonderen Strahlen, und kann aufgehoben werden durch andere Strahlen, die auf die Stelle des Schattens fallen, also durch andere Strahlen desselben Kegels, die zu derselben Stelle auf der Retina gelangen. Wehrt man solchen Zutritt durch kleine Sehlöcher ab, so wird der Schatten auch sichtbar. Lichtzerstreuen hingegen geschieht in unendlich vielen Linien ringsherum, die gegen das Auge zu einen Kegel bilden und auf der Retina in einer bestimmten Stelle sich versammeln, wo sie ein Bild des Lichtpunktes geben. Die Lichtpunkte *a* und *b* (Fig. 1 Taf. II) haben aber eine solche Lage, dafs ihre Bilder auf dieselbe Stelle im Augengrunde fallen müssen, also einen und denselben Punkt der Retina afficiren, dem Gefühle also auch als eins, als an demselben Ort aufserhalb des Auges vorhanden, als sich deckend, erscheinen. Die Lichtpunkte *m* und *n* werfen aber ihre Bilder auf besondere Stellen der Retina, und müssen also als an andern Orten vorhanden, also als den Punkt *b* nicht dekkend, gefühlt werden. Wir müssen also zweierlei Art des sich Deckens der Objecte unterscheiden: 1) durch Verschattung, welche in allen Richtungen der Kegelstrah-

len geschehen kann, und 2) durch das zusammenfallende Bilderwerfen, welches nur in der Richtung einer einzigen Linie stattfindet. Ein bekannter Versuch zeigt diesen Unterschied auffallend. Bewegt man eine Stecknadel nahe vor dem Auge, so erkennt man, obgleich sie wegen der Nähe ein undeutliches Bild giebt, doch ihre wahre Lage und Bewegung. Schiebt man aber ein Kartenloch vor die Nadel, so erscheint sie umgekehrt gestellt und bewegt. Im ersten Falle ist die Nadel *a* (Fig. 2 Taf. II) als ein von *b* nach *c* sich bewegender Lichtpunkt zu betrachten, dessen Richtungsstrahlen im Auge sich kreuzen, also ein umgekehrt gestelltes und bewegtes Bild geben, welches aber dem Gefühle wie alle übrigen aufrecht erscheint. Im zweiten Falle aber wirft das Loch *i* als Lichtpunkt einen Lichtkegel, welcher aber wegen der Nähe nicht in einem Punkt sich vereinigt, sich auch nicht kreuzt, sondern vielmehr gerade in einer Lichtscheibe *mn* sich ausbreitet. Die in diesem Lichtkegel versenkte Nadel mufs also ihren Schatten auf diese Lichtscheibe aufrecht werfen, welches aber als umgekehrt gefühlt wird. Dafs es Schatten sey, zeigt die schwarze Farbe des Nadelbildes. Bewegt man einen weifsen Zwirnfaden vor dem Kartenloch, den man von der Seite beleuchtet, so sieht man zwei sich nach entgegengesetzten Seiten bewegende Streifen, aber nur der eine direct erhaltene ist weifs, der andere bleibt dunkel.

Die wesentliche Ursache, die eigentliche physiologische Bedingung des sich Deckens der Lichtpunkte ist also das Zusammenfallen ihrer Bilder auf der Retina; die physische oder äufsere Bedingung kann aber keine andere seyn, als das Zusammenfallen der Richtungsstrahlen dieser Lichtpunkte; denn nur zusammen fortgehende Strahlen können zusammen an einer einzigen Stelle der Retina anlangen. Von zweien Lichtkegeln kann aber ein jeder nur einen einzigen Strahl dazu hingeben; denn nur die einzigen Strahlen *ad* und *bd* (Fig. 3 Taf. II)

fallen zusammen, alle übrigen kreuzen sich. Die unmittelbare Folge davon ist aber diese, dafs alsdann auch die Scheitel dieser Lichtkegel *b*, *a* (Fig. 3 Taf. II) oder die Lichtpunkte selbst auf derselben geraden, von den beiden zusammengefallenen Strahlen gebildeten Linie *bd* sich befinden müssen. Diefs erklärt, warum nur die, auf einer geraden, die beiden Punkte *a*, *b* (Fig. 1 Taf. II) verbindenden Linie *do* sich befindenden Objecte sich decken, und nicht *mn*, und warum diese Richtungslinie constant und nur eine einzige für jede Lage der Lichtpunkte ist.

Selbst durch Veränderungen des geraden Weges in oder aufserhalb des Auges können die einmal zusammengefallenen Lichtstrahlen nicht mehr aus einander kommen, also keine Auseinanderschiebung ihrer Bilder zur Folge haben, und auch keine Veränderung im Gefühle selbst hervorbringen. Wären z. B. *ab* (Fig. 4 Taf. II) die zwei Lichtpunkte, die eine solche Lage hätten, dafs ihre zwei Strahlen *ad* und *bd* mit der Richtungslinie zusammenfielen und in ein dichteres, schief gestelltes Mittel *ef* eintreten würden, so müfsten sie auch auf dem ganzen übrigen Wege zusammen bleiben, alle möglichen, auch die gröfsten durch Refraction hervorgebrachten Veränderungen der Richtung zusammen erleiden, und doch am Ende auf einen einzigen Punkt *c* fallen, also sich deckende Bilder geben, so dafs die Empfindung eines solchen gemeinschaftlichen Eindrucks nicht anders ausfallen könnte, als wenn dieser in der geraden Linie *badc* entstanden wäre. Das Decken der Objecte ist also nicht nur auf einer geraden Linie möglich, und viele Punkte auf dem sehr krummen Lichtwege, wie *dhiklm*, werden ihre Bilder nur auf einen Punkt *c* werfen können, und also, wenn auch hin und her zerstreut, auf der Netzhaut als an einem Ort vorhanden gefühlt. Dasselbe gilt ja auch für die Lichtpunkte, die in verschiedenen Orten vor dem Auge zerstreut sind. Wenn man ihnen

bei dieser Entfernung der Lichtpunkte, und wenn die Basis ihrer Lichtkegel, im Verhältnifs zur Länge, wegen der Enge des Sehloches, sehr klein ist, wodurch die seitlichen Strahlen des entfernteren Objects, welche den näheren deckenden umgehen, vom Eintritte in's Auge abgehalten werden, kann ein wirkliches Decken stattfinden, das heifst, der nähere Gegenstand die Strahlen des entfernten ganz aufhalten, und sie nicht bis zu der Stelle, wo sein Bild ist, gelangen lassen. Die beiden Deckungsarten wirken hier zusammen, aber nicht vollständig; der nähere Gegenstand hält freilich das Licht des entfernten vom Auge ab, aber er kann doch keinen Schatten werfen, weil er, selbst beleuchtet, einen Lichtpunkt abgiebt, also sein eigenes Bild auf die Retina wirft. Das Sehloch im Menschenauge hält im Durchmesser wenig mehr als eine Linie, und die deutliche Sehweite, auch bei dem kurzsichtigen, mehr als 100 Mal so viel. Die Strahlen, die sie also durchläfst, bilden einen Kegel, dessen Scheitelwinkel nur ungefähr einen halben Grad hält; die entfernten werden von der Iris aufgehalten. Wenn man also in dieser Entfernung zwei Stifte, etwa zwischen 8 und 12 Zoll vom Auge, in einer Richtnngslinie betrachtet, so sieht man den Stift *b* (Fig. 1 Taf. II) gar nicht, nur den *a*. Diefs ist ein Beweis, dafs nur ein Bild von *a* auf der Netzhaut vorhanden ist, welches nur von den mittelsten Strahlen gebildet wird, die peripherischen aber *bx*, *bz*, die das Object *a* umgehen, von der Irishaut aufgehalten werden. Nähert man aber dem Auge beide Stifte oder entfernt sie, oder nähert man *a* und entfernt *b* (Fig. 5 Taf. II), so kann auch die Enge des Sehloches nicht mehr verhindern, dafs die vom entfernten Object herkommenden und den näheren umgehenden Strahlen nicht in's Auge gelangen, wodurch zwei concentrische und erweiterte Bilder an derselben Stelle der Netzhaut entstehen. Die Strahlen aus dem zu nahen Object *a* werden von der Retina, noch ehe sie in

o zusammenkommen, aufgehalten, und ihr Bild breitet sich auf *rs* aus; die aus dem zu entfernten *b* kreuzen sich aber früher ehe sie die Retina berühren, und fallen alsdann auch auf die ausgebreitete Stelle *rs*. Daraus aber kann kein reines Bild entstehen, denn wir sehen beide auf einander, wie Scheiben ausgebreitet, blafs, undeutlich, wechselsweise durchscheinend, und sind die Farben der Objecte verschieden, so vermischen sie sich. Sind beide Objecte zu entfernt oder zu nahe, so fallen ihre beiden Bilderscheiben gerade auf einander; ist aber nur eins sehr entfernt und das andere zu nahe, so wirft der Stift *a* (Fig. 5 Taf. II) ein gerades, und *b* ein umgekehrtes Bild an derselben Stelle *rs*, wodurch die Undeutlichkeit sich noch vermehrt.

Das Punkt- oder Scheibenbilden auf der Retina ist Ursache, dafs wenn man ganze Reihen gleich entfernter Lichtpunkte, wie es die Körperflächen sind, betrachtet, man sie nur in der deutlichen Sehweite, als mit einer scharfen Linie begränzt, und ihre kleinsten Theile als besondere, z. B. verschiedenfarbig punktirt, gestreift u. s. w. sieht. Die zu nahen oder sehr entfernten Objecte erscheinen aber undeutlich in ihren Umrissen und gemischt in ihren Farben, z. B. Bäume mit verschiedenfarbigen Blättern, abgerundet und in einer gemischten Farbe, weil ihre Lichtpunkte übereinanderreichende, und also sich deckende und vermischende Scheiben bilden. Gränzen verschiedenfarbige Flächen an einander, so scheinen ihre Ränder durch eine blasse Mittelfarbe in einander überzugehen; sie erscheinen wie mit Bändern umgeben, die desto breiter ausfallen, je entfernter die Gegenstände sind, die aber, weil ihre Breite nicht mit der Gröfse der Gegenstände, sondern nur mit ihrer Entfernung gleich zunimmt, an grofsen nicht so leicht bemerkt werden, als an kleinen, z. B. Blitzableitern, Kreuzen, Mondshörnern u. dergl.

Die aus einem einzigen Lichtpunkte kommenden Strah-

Strahlen können also, wenn er sich nicht in der deutlichen Sehweite befindet, die Retina in sehr vielen Punkten rings um den Richtungslinien-Punkt afficiren. Wenn aber zwei Lichtpunkte eine sehr verschiedene Lichtintensität besitzen, so wird immer noch ein jeder von ihnen seine eigene Scheibe in der zugehörigen Richtungslinie werfen, aber nur die hellere wird gefühlt, die andere wird gar nicht gesehen. Zwei Lichtflammen, jede in einem besonderen Fenster eines entfernten Hauses, erscheinen dem Kurzsichtigen als zwei über einander reichende Lichtscheiben; die ganze Zwischenwand wird im Gefühle vermifst. Aus demselben Grunde mufs auch eine dunkle, zwischen zwei hellen sich befindende Fläche, schmäler erscheinen, als sie wirklich ist, z. B. ein Fensterrahmen. Wenn man an irgend einer solchen Gränzlinie das Licht vom Auge abhält, so verschwindet die Lichtscheibe und der dunkle Körper wird jetzt hier gefühlt; er scheint auf die ihm gebührende Stelle einzuschreiten. Da solche Bewegungen, die bei fixirtem Auge und Lichtpunkte sich zeigen, vielleicht einen Einwurf gegen die Stabilität der Richtungslinien abzugeben scheinen könnten, so müssen wir hier einige besprechen, um das Gegentheil zu beweisen.

Die Richtungslinie des Lichtpunktes *f* (Fig. 6 Taf. II) am Rande eines entfernten Fensterrahmens *fl* fällt auf *c* als Mittelpunkt der Scheibe *do*, und das Bild des finstern Rahmens *gc* scheint sich schon bei *o* zu endigen. Schiebt man nun den Finger *h* vor's Auge, so scheint der Rand *f* in derselben Richtung, als wenn ihn der Finger fortschiebe, sich zu bewegen, und er wird convex. Diefs kommt aber augenscheinlich davon, dafs der Finger *h* den Theil *csio* des Lichtkegels, welcher den Theil *co* der Lichtscheibe bildete, abschneidet, also das dunkle Bild des Rahmens *f* nicht von *g* bis *o*, sondern bis *c*, nämlich so weit wie es sich wirklich erstreckt, jetzt gesehen wird. Auch erscheint es jetzt, da es von seiner Licht-

scheibe entblöfst ist, viel deutlicher; deswegen bringen auch die Kurzsichtigen ihre Augenlieder an einander, wenn sie deutlicher sehen wollen. Bringt man zwei sehr entfernte oder dicht vor dem Auge gegen eine helle Wand gehaltene Fingerspitzen leicht gegen einander, so sieht man in dem Augenblicke, als man ihre Berührung fühlt, dafs sie durch einen von beiden Seiten hervorschiefsenden schmalen dunkeln Streifen sich verbinden, und durch ihn abgesondert zu seyn scheinen. Solche Gestalt müssen aber auch die Bilder der Finger auf der Retina haben, weil nämlich die Lichtpunkte an den Rändern der Finger als eine Reihe lichter Scheiben über diese Ränder im Bilde, mit Ausnahme der Berührungspunkte *rs* (Fig. 7 Taf. II), hinwegreichen, also auch mit Ausnahme dieser Stellen die Fingerspitzen verkleinern, was nur wegen der zu grofsen Nähe am Auge, wodurch sich der Gesichtswinkel vergröfsert, nicht bemerkt wird. Bringen wir die Finger aus einander, so zieht sich *rs* in die Finger zurück, weil jetzt auch zu dieser Stelle das Licht einen Zutritt bekommt, hier auch Lichtscheiben, welche *rs* decken, bildet, und also diese Stelle abrundet. Entfernt man die leise an einander gebrachten Finger langsam bis zur deutlichen Sehweite, so verkürzt sich der Streifen *rs* stufenweise, bis man die Finger am Ende als einander berührende Halbkugeln sieht. Die Richtungslinien verändern hier also gar nicht ihre Lage. In der deutlichen Sehweite fallen diejenigen Richtungslinien, die uns die Gränze des Fingers sehen lassen, auf diese Gränze des Retinabildes als Punkte; aus der undeutlichen Sehweite fallen sie auch auf dieselben Stellen, aber als Mittelpunkte von lichten und dunkeln Scheiben, wovon aber nur die lichten gefühlt werden, so dafs das Gefühl die Gränze des gesehenen Körpers nicht dort ansetzt, wo die Richtungslinien sie bestimmen, sondern dort, wo auf der Retina das Lichte endet, und das Dunkle anfängt.

Wenn man nur zu einzelnen Punkten einer Scheibe auf der Retina, durch kleine Kartenlöcher Licht zuläfst, so wird sie augenscheinlich nur an dieser Stelle es fühlen; durch Verschiebung des Loches werden aber andere Stellen beleuchtet, und durch mehrere Löcher mehrere Stellen. Man bekommt dadurch Erscheinungen von Vervielfältigungen und Bewegungen der Objecte bei fixirtem Auge und Gegenstande, die auch gegen die Unität und Stabilität der Richtungslinien sprechen würden, wenn das Gegentheil sich nicht nachweisen liefse. Sieht man durch ein bis an den Rand des Sehlochs vorgeschobenes Kartenloch, so decken sich die auf derselben Richtungslinie befindenden Punkte *abo* (Fig. 1 Taf. II) nicht mehr (wie wir schon im fünften Absatze dieser Abhandlung sahen); das Object *a* scheint nach der entgegengesetzten, *o* aber nach derselben Seite wie die Kartenbewegung sich zu wenden, *b* steht stille, wenn es in der deutlichen Sehweite sich befindet. Die Ursache davon ist aber, dafs jetzt die Retina von diesen Objecten an besonderen drei Stellen *rcs* (Fig. 8 Taf. II) afficirt wird. Der Lichtpunkt *b* wirft nämlich seine Strahlen aus der deutlichen Sehweite auf einen Punkt *c* durch oder ohne vorgehaltenen Kartenloch, weil alle Kegelstrahlen, sowohl insgesammt als einzeln, nach diesem Punkt trachten. Der Lichtpunkt *a* auf derselben Richtungslinie würde ohne Kartenloch die Scheibe *rs* mit ihrem Mittelpunkt auf *c* werfen; aber die Karte hält dieses Licht auf, und nur ein kleiner Theil durch das Loch, nicht in der Richtung der Richtungslinie, sondern in der des Kegelstrahls *azx*, in welcher auch der Schatten fallen würde, bekommt Zugang zu einem einzigen Punkte *r* der Scheibe *rs*, und hier, in der Entfernung von *c*, wird es als besonderes Bild gefühlt. Zuletzt würde auch der auf derselben Richtungslinie sich befindende Punkt *o*, wegen der zu grofsen Entfernung, auch eine Scheibe *rs* werfen ohne *vorgehaltene* Karte; durch das

Loch gelangen aber doch Strahlen, nicht in der Richtung der zugehörigen Richtungslinie, sondern in der des zugehörigen Kegelstrahls, nach den Punkt *s*, die auch als besonderes Bild gefühlt werden. Sieht man die Objecte durch zwei Löcher in der Karte, so erscheinen (wie es aus dem Scheiner'schen Versuch bekannt ist) die Objecte doppelt, ausgenommen das in deutlicher Sehweite sich befindende, was man aus der Fig. 9 Taf. II, die nur eine Verdoppelung der Fig. 8 Taf. II ist, ersieht. Werden mehr Löcher angebracht, so vervielfältigen sich die Bilder. Alle diese Vervielfältigungen, Verschiebungen und Bewegungen der Bilder auf der Retina, die also als solche auch gefühlt werden, hängen gar nicht von irgend einer Veränderung in der Lage der zugehörigen Richtungslinie ab. Diese bleibt hier unverrückt zwischen dem fixen Lichtpunkte und dem Mittelpunkte der entsprechenden Lichtscheibe auf der Retina, der hier auch fix bleibt, weil alle beschriebenen Veränderungen nur um ihn herum stattfinden. Sie geschehen also in der Richtung der andern, aber zu demselben Kegel gehörenden Strahlen, befolgen also die Richtung der Schattenbildung.

Bis jetzt haben wir nur im Gesichtsfelde die mittlere, mit der Augenaxe, also auch mit der Corneanormale zusammenfallende Richtungslinie betrachtet, die auch deswegen, weil der auf sie fallende Strahl ungebrochen in's Auge vordringen kann, gerade fortgeht. Welche Lage werden aber die seitlichen, die von der Augenaxe abweichenden Richtungslinien haben? Keine andere ist hier möglich, als auch eine auf die Corneanormale fallende, so dafs also alle Richtungsstrahlen ungebrochen, also gerade in die Cornea eintreten. Denn wollten wir auf einen Augenblick zugeben, dafs eine Linie *bn* (Fig. 10 Taf. II), welche ihre Richtung gegen einen tiefer im Auge liegenden Punkt, als es der Cornea-Mittelpunkt *z* ist, nimmt, und welche alsdann, gegen die Normale *dx* sich

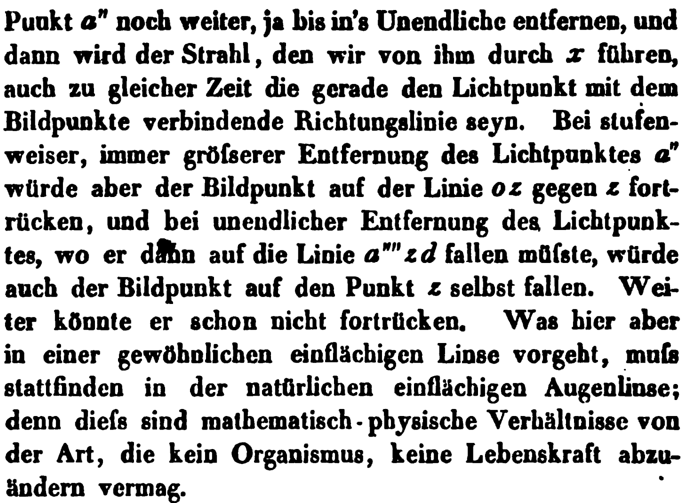
beugend, nach *c* kommen müfste, die Richtungslinie wäre, so würde ihr der Charakter, von ihren Lichtpunkten zusammenfallende Bilder auf der Retina zu liefern, abgehen, weil ja diese Linie *bnc* (Fig. 10 Taf. II) die nämliche Lage hat wie *bzc* (Fig. 1 Taf. II), auf welcher der sich befindende Punkt *n* den Punkt *b* nicht deckt. Unter den übrigen zu demselben Ausgangspunkt *b* (Fig. 10 Taf. II) gehörenden Strahlen mufs aber einer wie *bc* sich vorfinden, welcher gerade auf die Corneanormale *xz* fällt; dieser wird also der Richtungsstrahl des Lichtpunktes *b* seyn, weil er die nämliche Lage wie *bc* (Fig. 1 Taf. II) hat, also auch wie dieser den Charakter, sich deckende Bilder zu geben, besitzt. Wenn wir umgekehrt mit den meisten Schriftstellern zugeben wollten, dafs die Richtungslinie *as* (Fig. 10 Taf. II) diesseits der Corneanormale *mz* fallen soll, so würde sie, gegen diese Normale sich beugend, den Weg *st* nehmen müssen; aber auch dann würde irgend ein Strahl *at* auf die Normale *rz* fallen, und kein anderer als dieser würde, aus schon auseinandergesetzten Gründen, die Richtungslinie des Lichtpunktes *a* seyn.

Wenn aber die Richtungslinien nur auf die Corneanormalen fallen können, so mufs ihr Kreuzungspunkt in dem Mittelpunkt der Corneakrümmung liegen. Der Radius der Cornea im menschlichen Auge beträgt aber, nach Sömmering, 3,3 Par. Linien in einem Auge, dessen Längenaxe 10 Linien hat. Dieser Kreuzungspunkt liegt also 3,3 Linien hinter dem vordersten Punkt der Cornea, oder 1,7 vor den Mittelpunkt des Auges, oder fällt nur ein Weniges vor das erste Drittel der Augenaxe.

Dafs der Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen contant in den Mittelpunkt der Krümmung eines, wie das Auge, nur mit einer einzigen Fläche brechenden Mittels fallen mufs, werden wir auch aus der folgenden Betrachtung der gewöhnlichen Linsen ersehen. Eine gewöhnli-

che Linse wirft das Bild vom Gegenstande umgekehrt, aber in derselben Gröfse, wenn die Entfernung des Licht- und Bildpunktes gleich von beiden Seiten ist (Fig. 11 Taf. II). Der Kreuzungspunkt der Richtungslinien, oder der den Lichtpunkt mit dem entsprechenden Bildpunkt vereinigenden Linien, fällt hier in die Mitte der Linse, und diese Linien sind mehrfach geknickt, weil sie nicht auf die Normalen der Linsenkrümmung fallen. Eine Kugel von demselben Radius (Fig. 12 Taf. II) könnte nichts Wesentliches an der Sache ändern, nur würde der Abstand des Bildes vom Gegenstande um ihren Durchmesser gröfser ausfallen. Auch würden die Richtungsstrahlen hier auf die Normalen fallen, also in geraden Linien durchgehen können. Selbst in einer sehr verlängerten Linse (Fig. 13 Taf. II) würde auf dieselbe Art das Bild entstehen; auch hier würde der Mittelpunkt der ganzen Linse der Kreuzungspunkt der Richtungslinien seyn, welche wieder geknickt, aber nach der andern Seite, wie in Fig. 11 Taf. II ausfallen würden. Wie wir also sehen, so ist in einer Linse, die das Licht hinein und heraus läfst, also mit beiden Flächen auf den Gang der Strahlen einwirkt, die Lage des Kreuzungspunktes nicht constant im Mittelpunkt der Krümmung der brechenden Fläche, und nur dann ist diefs der Fall, wenn die Mittelpunkte der beiden Flächen zusammenfallen, also nur in einer Kugel. Aufserdem fällt der Kreuzungspunkt vor oder hinter den Mittelpunkt, aber immer doch in die Mitte der Linse. Aber auch diefs ist nur dann der Fall, wenn das Object in einer solchen Entfernung vor der vorderen Fläche der Linse sich befindet, dafs auch das Bild in einer gleichen von der hinteren sich bildet. Entfernt man aber das Object von der vorderen Fläche, so nähert sich, wie diefs allgemein bekannt ist, das Bild der hinteren, und wird kleiner. Wir wollen jetzt sehen, was diefs für Veränderungen in der Lage des Kreuzungspunktes hervorbringt.

Es mag a (Fig. 14 Taf. II) der Lichtpunkt seyn, dessen einer, von den vielen Strahlen, durch den Mittelpunkt der vorderen Krümmung geht, also in einer geraden Linie bei r anlangt, und erst hier beim Heraustreten nach b sich beugen wird. Ein anderer unter den vielen Strahlen an wird aber, nachdem er in n gebrochen worden ist, eine solche Lage annehmen, dafs er auf z den Mittelpunkt der hinteren Fläche fahen läfst, also ungebrochen nach b gehen wird, um hier mit den übrigen Strahlen desselben Kegels den Bildpunkt b vom Lichtpunkte a zu bilden. Die diese beiden Endpunkte verbindende zickzackartige Richtungslinie wird also in der Mitte der Linse w mit der Axe derselben sich schneiden. Entfernen wir aber den Lichtpunkt nach a', so bleibt der Weg des Strahls $a'n$ derselbe wie früher; der des oberen Strahls aber, wenn wir ihn durch x führen, wird bei o heraustreten und in m mit zb zusammen, und das Bild wird kleiner und näher. Der Kreuzungspunkt der Richtungslinie rückt aber von der Linsenmitte gegen den Mittelpunkt der vorderen Krümmung nach s hin, und die Richtungslinie ist noch in Zickzack gebeugt. Entfernt man aber den Lichtpunkt bis nach a'', so weit nämlich, dafs sein Strahl, den wir durch x ziehen, auf den Austrittspunkt o des Strahls zb fällt, so trifft das Bild auf die Hinterfläche der Linse selbst; aber jetzt fällt auch die Richtungslinie, die den Lichtpunkt und den Bildpunkt verbindet, auf $a''o$, geht also durch x, den Mittelpunkt der vorderen Krümmungsfläche, und ist nicht mehr in Zickzack gebogen, sondern gerade. Wir sehen also, dafs in dem Augenblick, als eine tiefe doppelflächige Linse sich durch das Entfernen des Lichtpunktes und Nähern des Bildpunktes in eine einflächige (wie das Auge eine solche eben ist) verwandelt, der Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen in den Mittelpunkt der einzigen zurückgebliebenen brechenden Fläche fällt, und hier constant verbleibt. Denn wir können jetzt den



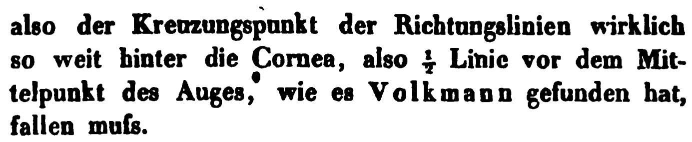
Punkt a'' noch weiter, ja bis in's Unendliche entfernen, und dann wird der Strahl, den wir von ihm durch x führen, auch zu gleicher Zeit die gerade den Lichtpunkt mit dem Bildpunkte verbindende Richtungslinie seyn. Bei stufenweiser, immer gröfserer Entfernung des Lichtpunktes a'' würde aber der Bildpunkt auf der Linie oz gegen z fortrücken, und bei unendlicher Entfernung des Lichtpunktes, wo er dann auf die Linie $a''''zd$ fallen müfste, würde auch der Bildpunkt auf den Punkt z selbst fallen. Weiter könnte er schon nicht fortrücken. Was hier aber in einer gewöhnlichen einflächigen Linse vorgeht, mufs stattfinden in der natürlichen einflächigen Augenlinse; denn diefs sind mathematisch-physische Verhältnisse von der Art, die kein Organismus, keine Lebenskraft abzuändern vermag.

Der Umstand, dafs im Auge von einem bestimmten Punkte der Cornea nach einem besonderen Punkte der Retina, nur ein einziger Weg für die Richtunglinien, nämlich durch einen einzigen Punkt, durch den Mittelpunkt der Cornea, vorhanden ist; und der andere Umstand, dafs auf die äufsere gerade Verlängerung einer solchen Richtungslinie die Lichtpunkte selbst fallen müssen, wenn sie zusammenfallende Bilder hervorbringen sollen, und dafs dazu ein jeder Lichtpunkt nur einen einzigen Strahl hergeben kann, die übrigen Strahlen desselben Kegels aber nur im Focus in die Richtungslinie schief eintreten, indem sie hier dieselbe schneiden, giebt dem ganzen Vorgange des Sehens Stabilität. Dadurch nur wird es möglich, dafs einem jeden besonderen Punkt der Retina eine besondere Linie im Auge nach einen einzigen besonderen Punkt der Cornea entspricht, die man die fixe innere Augenrichtungslinie nennen könnte, und welcher wiederum während der Augenbewegung bald diese, bald jene Reihe von Lichtpunkten, aber auf einmal immer nur eine und diejenige entspricht, die mit der

geraden, in's Unendliche gehenden Verlängerung irgend einer inneren Augenrichtungslinie zusammentrifft.

Da die Richtungslinie eine gerade, durch den Mittelpunkt der Corneakrümmung gehende, den Lichtpunkt mit dem Bildpunkte verbindende Linie ist, so folgt daraus, dafs man durch's Visiren nach einem lichten Object, z. B. nach einer Lichtflamme, vom Bilde auf dem Augengrunde ihre Lage auch im todten Auge auffinden kann. Prof. Volkmann hat dergleichen Versuche am Kaninchenauge angestellt [1]), und diese sind als Bestätigung des Obigen zu betrachten; denn die Visirlinien fallen wirklich auf die Corneanormalen, gehen also gerade durch den Mittelpunkt ihrer Krümmung. Volkmann berücksichtigt diefs aber gar nicht, indem er in seinem Werke die Dimensionen des Kaninchenauges oft, aber nirgends die Corneakrümmung angiebt, sie in den Zeichnungen, aber von weit kleinerem Radius macht, vielleicht damit das Kaninchenauge dem menschlichen ähnlicher werde; auch, S. 27 der Beiträge, und S. 345 Poggend. Annalen, ausdrücklich sagt: »*Es bedarf kaum der Erwähnung, dafs es einen Lichtstrahl, der in dieser Richtung durch's Auge ginge, in der Wirklichkeit nicht giebt,*« was wohl nicht anders zu verstehen ist, als dafs der Lichtstrahl nicht auf die Normalen der Cornea fällt, sich also in ihr brechen mufs. Ich habe wirklich so wie Volkmann die Dimensionen des Kaninchenauges, welches ich hier in der wahren Gröfse und Gestalt abgebildet (Fig. 15 Taf. II) gebe, gefunden; nämlich Längendurchmesser 7½ Par. Lin., Querdurchmesser 8 Lin. Aufserdem aber habe ich die Corneakrümmung berücksichtigt, und den Radius 3¼ Lin. gefunden, wodurch

1) Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes, 1836, wovon das vierte Kapitel, welches eben diese Versuche enthält, in Poggendorff's Annalen, Bd. XXXVII S. 342, abgedruckt worden ist.



also der Kreuzungspunkt der Richtungslinien wirklich so weit hinter die Cornea, also $\frac{1}{2}$ Linie vor dem Mittelpunkt des Auges, wie es **Volkmann** gefunden hat, fallen mufs.

Ich habe dergleichen Versuche auch mit Menschenaugen auf folgende Weise angestellt. Es wurde ein Auge auf einem Brette in der natürlichen Gröfse im Durchschnitte aufgezeichnet, und drei Linien durch den Mittelpunkt der Corneakrümmung, die mittlere in der Augenaxe, die anderen unter einem Winkel von 15 Graden mit der Axe, gezogen. Die zwei äufseren Linien fielen auf dem Augengrunde in einem Abstande von fast 4 Lin. von einander. Dieser Abstand wurde auf die Sclerotica übertragen, und hier zwei Spalten gemacht, in welchen die Choroidea mit ihrem Pigmente so leise als möglich, damit der Glaskörper nicht vordränge, an die Seite geschoben wurde. Auf diese Art bekam ich auf der nicht so durchsichtigen Sclerotica, wie sie im Kaninchenauge ist, doch zwei durchsichtige Stellen. Wird jetzt das Auge gerade über der Figur auf einen Ring von Wachs gesetzt und ein Wachsstocklicht vor dem Auge bewegt, so sieht man die Spalte nur dann erhellt, wenn die Flamme auf der ihr entsprechenden, durch den Mittelpunkt der Cornea gehenden Linie sich befindet. An manchen, mit einer dünnen Sclerotica begabten Augen kann man auch den Versuch, ohne sie zu spalten, wiederholen; man bekommt hier freilich keine Bilder, aber doch dunkelrothe Lichtflecke, die, wie das Licht, sich hin und her bewegen, und wenn das Licht auf der nach vorn verlängerten Linie sich befindet, gerade über derselben nach rückwärts schweben.

Ich habe auch auf eine gleiche Art Versuche mit künstlichen Augen angestellt. Ich liefs mir nämlich viele Kugeln an den Enden von Glasröhren anblasen, alle ungefähr 10 Linien im Durchmesser. An einer Seite

aber wurde eine Stelle erwärmt und zu einem kleinen Kugelabschnitt ausgeblasen, der die Cornea nachahmte. Die entgegengesetzte Seite wurde matt gemacht und um die Cornea auf der Sclerotica ein Ring mit Oelfarbe aufgetragen. Diese mit Wasser angefüllten Augen hatten Corneakrümmungen von 2 bis 4 Lin. Radius, und aufgesetzt auf den Wachsring, gaben sie, wenn man vor ihnen Lichtflammen bewegte und die Stellungen ihrer Bilder oder Lichtflecke auf dem Augengrunde berücksichtigte, immer dasselbe Resultat; man konnte nämlich sich überzeugen, dafs die gerade, Licht und Bild verbindende, Linie durch den Mittelpunkt der Corneakrümmung hindurchging.

Die Corneakrümmung ist also allein das, die Lage der Kreuzungspunkte der Richtungslinien bestimmende Moment in den Augen verschiedener Thiergattungen, welche sehr verschiedene Gröfsen der Cornea im Verhältnifs zur Sclerotica, wie wir das schon am Kaninchen- (Fig. 15 Taf. II) und Menschenauge (Fig. 16 Taf. II) sehen, darstellen. Man kann also von der Lage des Kreuzungspunktes im einem auf die Lage desselben im andern nicht anders schliefsen, als bei Berücksichtigung des Radius der Cornea; und dann fällt der Kreuzungspunkt sehr verschieden gegen den Mittelpunkt des Auges aus. Wenn er im Menschenauge um $\frac{1}{5}$ der ganzen Augenaxe vor diesen Mittelpunkt gerückt ist, so finden wir ihn im Kaninchenauge nur um $\frac{1}{15}$ vor dem Mittelpunkt, und wir sehen, wenn wir einen Blick auf die Sömmering'schen Tafeln werfen, dafs er beim Wolf ganz in die Mitte, und beim Elephanten selbst hinter den Mittelpunkt des Auges fällt. Freilich könnte so ein Auge, mit den menschlichen Augenfeuchtigkeiten angefüllt, die Lichtkugelbüschel, selbst wenn die Strahlen parallel auffielen, in einem Punkt auf der Retina nicht mehr vereinigen; es mufs hier also vielleicht ein anderes Verhält-

nifs der Brechbarkeit der Augenmedia zur Luft vorhanden seyn, oder vielleicht die Linse nachhelfen, die wirklich in solchen Augen der Kugelgestalt näher kommt.

Wir haben gesehen, dafs, da die Richtungslinien auf die Corneanormale fallen, ihre Strahlen ungebrochen in's Auge eintreten; aber nur diejenige Richtungslinie, welche mit dem Augenaxenstrahl zusammenfällt, fällt auch auf die Normale der beiden Linsenflächen, und verändert ihren geraden Weg bis an die Retina nicht. Die von der Augenaxe abweichenden Richtungslinien aber, obgleich sie perpendiculär durch die Cornea durchgehen, fallen doch weiterhin schief auf die Normalen der beiden Linsenflächen, werden also gebrochen, und weichen von den anfänglich eingeschlagenen geraden Weg ab. Da aber die Cornea oder eigentlich die durch die dünne Cornea eingeschlossene, und durch dieselbe gekrümmte wäfsrige Feuchtigkeit der hauptlichtbrechende Körper im Auge ist, und nicht die Linse, weil nämlich die Cornea aus dem dünnen Medium der Luft die Lichtstrahlen empfängt, die Linse aber mit einem viel dichteren umgeben ist, so mufs diese Abweichung der Strahlen in der Linse nur sehr klein seyn. Aufserdem hat die Linse eine solche Lage, dafs die Richtungsstrahlen im Zickzack durch sie gehen, und da die hintere Fläche stärker gekrümmt ist, so kann sie auch die von der vorderen Fläche wenig verrückten Strahlen fast in dieselbe Lage zurückbringen, als wenn sie vom geraden Wege gar nicht abgewichen wären. Wir wollen diefs an einem Beispiele zeigen.

Die Refractionskraft ist, nach Brewster, wenn wir sie in der Luft mit 1,000 bezeichnen, in den wäfsrigen und gläsernen Feuchtigkeiten = 1,336, also fast so wie im Wasser nahe wie 3 : 4. In der Augenlinse aber ist sie 1,383, also gegen die anderen Feuchtigkeiten, mit denen sie umgeben ist, nur wie 21 : 20. Nach Sömmering sind die Lage- und Gröfsenmaafse, wie wir das

an der Durchschnittsfläche eines Menschenauges (Fig. 16 Taf. II), die eine Copie der Sömmering'schen (*de oculorum hominis animaliumque sectione horizontali commentatio*) ist, zeigen wollen, folgende: Der Augapfeldurchmesser in der Axe *ab* = 10 Par. Lin. Cornearadius *rd*, der gleich hinter der Linse endet, 3,3 Lin. Abstand der vorderen Fläche der Linse von der Cornea 1,3 Lin. Axe der Linse 1,6 Lin. Radius der vorderen Linsenfläche *hg*, der schon hinter dem Augenmittelpunkt *o* endet, 4,2 Lin. Radius der hinteren Linsenfläche *as* 2,4 Lin. [1]). Aus der Berücksichtigung dieser Data folgt, dafs der mit der Richtungslinie auf die Corneanormale *dc* fallende Strahl beim Eintritte in die Linse gegen die Normale *hg* um $\frac{1}{10}$ des Brechungswinkels, beim Austritt aus der Linse aber nach der andern Seite von der Normale *as* ab, um eben einen solchen Bruchtheil seines Brechungswinkels gebrochen wird. Da aber der Austrittswinkel wegen der gröfseren Krümmung der hinteren Linsenfläche gröfser ist als der Einfallswinkel in die

1) Die Bestimmungen der Gröfse des Augapfels und der Linse im todten Auge können als richtig betrachtet werden, weil es sich nicht einsehen läfst, dafs diese zwar mit Flüssigkeiten angefüllten, aber rings herum verschlossenen und gleich ausgedehnten Organe grofse Formveränderungen durch den Tod erleiden könnten. Auf die Cornea drückt aber die Flüssigkeit nur einseitig, und ihre Krümmung könnte wohl im todten Auge, wo die durch Erkältung und Verdunstung zusammengezogenen und verminderten Flüssigkeiten sie nicht so stark herausdrücken, flächer werden. Diefs mufs wirklich der Fall seyn; denn bei der Annahme der von Sömmering angegebenen Ausmessungen und der Refractionsgröfsen würden nicht einmal parallele Strahlen auf der Retina sich vereinigen. Von einem 10 Zoll vom Auge entfernten Punkt könnten sie sich schon vereinigen, wenn wir die Corneakrümmung statt 3,3 nur 3 ansetzen. Ein, vor den Augen lebender Menschen gehaltener Kartenausschnitt von 3 Lin. Radius, von der Seite angeschaut und mit der Corneakrümmung verglichen, scheint auf die meisten Augen zu passen; einer von 3,3 scheint zu grofs zu seyn.

vordere Fläche, so kann der austretende Strahl nicht parallel mit dem Eintretenden gehen, sondern mufs mehr abweichen, so dafs er ungefähr an dieselbe Retinastelle *c*, wo er, ohne Brechung in der Linse, hinlangen würde, ankommen mufs.

Dieses Beugen auf entgegengesetzte Seiten der Lichtstrahlen könnte aber hier einen besonderen Nutzen haben, nämlich das Auge zu achromatisiren, indem dadurch die Dispersionsgröfsen, wegen Abweichung von der Normale und wegen Natur der Farbe, sich ausgleichen könnten. Wir haben bis jetzt die Farbenzerstreuung, um die Erklärung nicht zu verdunkeln, gar nicht berücksichtigt; aber sie mufs auch im Auge stattfinden, weil sie nur eine nothwendige Folge der Refraction ist. Wird der Strahl *dz* (Fig. 17 Taf. II) in der vorderen Linsenfläche *fl* gebrochen, so mufs er sich gleichzeitig in seine sieben Farben zerlegen. Der äufserste und brechbarste violette Strahl *v* wird näher an die Normale *hg* rücken als die anderen; am wenigsten aber wird es der rothe Strahl *r* thun. Dadurch aber könnten sie sich nicht mehr in einem Punkt auf die Retina vereinigen, sondern würden das Farbenspectrum *mn* hervorbringen, wenn sie weiter so fortgingen. Sie werden aber von der hinteren Linsenwand *kl* auf die andere Seite gebrochen, und dadurch müssen sich die zerstreuten farbigen Strahlen einander wieder nähern; denn wenn der jetzt weniger brechbare rothe Strahl *r* nach *z* gebogen wird, so mufs der brechbare violette Strahl *v* von der Normale *as* mehr abweichen, und er wird dadurch den ersten irgend wo schneiden können, etwa in *z*, wo sich also die farbigen Strahlen in einem weifsen zurück vereinigen würden. Es kommt hier also alles darauf an, dafs durch die erste Beugung der violette Strahl von der Augenaxe mehr als der rothe abweicht, durch die zweite Beugung aber der rothe weniger als der violette sich dieser Axe nähert, zuletzt aber in *z* beide sich von der Axe gleich

entfernt befinden. Augenscheinlich könnte kein solcher Erfolg eintreten, wenn die Brechungen nur nach einer Seite geschähen, denn alsdann müfsten die farbigen Strahlen in den nachfolgenden Brechungen immer mehr auseinandergehen. Wenn aber in den künstlichen achromatischen Linsen, die nur nach einer Seite die Strahlen brechen, doch der Achromatismus zu Stande kommt, so liegt es, wie bekannt, nur daran, dafs im Kron- und Flintglase die Gröfsen der Dispersionskraft und Refractionskraft nicht in demselben Verhältnisse zu einander stehen.

Freilich findet das Gesagte nur für die auf die Richtungslinien fallenden und nicht weit davon entfernten Strahlen desselben Kegels statt, weil nur diese im Zickzack durch die Augenmedia gehen, aber diese eben sind die wichtigsten für's Sehen. Dafs die von der Richtungslinie sehr entfernten Strahlen wirklich farbig erscheinen, haben wir schon oben im dritten Absatze gesehen. Es kann also auch nicht stattfinden bei den Strahlen, die in das seitliche Gesichtsfeld fallen, weil diese eben von der Richtungslinie *z* (Fig. 24 Taf. II) entfernt sind und wie *bc* nur auf eine Seite aller Normalen fallen, also sich nicht im Zickzack, sondern, bei jeder neuen Brechung, fortwährend mehr und mehr auf eine und dieselbe Seite gegen die Augenaxe beugen. Aber das seitliche Gesichtsfeld des undeutlichen Sehens ist einmal ein Zusammenflufs aller Unvollkommenheiten, es mag also dazu noch die des Nicht-Achromatismus kommen. Selbst nahe dem deutlichen Gesichtsfelde könnte wohl schwerlich ein vollkommenes Zusammentreffen aller Farbenstrahlen auf der Netzhaut stattfinden. Aber diefs ist auch keine nothwendige Bedingung dazu, denn es ist ja selbst in dem künstlichen Achromatismus unserer Fernröhre nicht der Fall; ein nur vermindertes Auseinandergehen der farbigen Strahlen ist schon hier eine Abhülfe. Wenn also auch im Auge, auf die hier nachgewiesene Art, das Uebel

der Farbenzerstreuung nicht aufgehoben ist, so könnte es vielleicht doch bis zu einem nicht leicht sichtbaren Grade vermindert seyn.

Diefs wäre also ein Achromatismus durch identische Mittel, nämlich von gleicher proportionalen Refractions- und Dispersionskraft hervorgebracht, also kein Dollond-scher, sondern ein Euler'scher; und die Augenlinse hätte also, neben anderen freilich nicht erwiesenen, auch noch diesen Nutzen, dafs sie das achromatisirende Organ des Auges wäre. Ihre schichtartige Bauart könnte auch, nicht nur um den Fehler der Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt, sondern auch den wegen der Brechbarkeit zu beseitigen oder wenigstens zu vermindern, nöthig seyn. Wohl eher möchte sie diesen Nutzen leisten können, als eine Rolle beim Accomodationsvermögen des Auges spielen; weil sie (wegen des kleinen Grades ihrer brechenden Kraft im Allgemeinen, sowohl durch ihre Form- als Lageveränderung, die, weil sie rings herum befestigt ist, nur in sehr kleinem Grade und Gränze, stattfinden könnte), die Richtung der Strahlen nur sehr wenig abzuändern im Stande wäre. Dagegen würden auch Beobachtungen sprechen, wo das Accomodationsvermögen auch bei Staaroperirten, also in Augen ohne Linsen, noch zurückblieb.

Aus dem Umstande, dafs die Richtungslinien sich fast 2''' vor dem Mittelpunkt des Augapfels auf dem Augenaxenstrahl vereinigen, folgt, dafs, wenn das Auge sich um seinen Mittelpunkt dreht, keine fortwährende Deckung derselben Objecte stattfinden kann. Denn, da der Vereinigungspunkt in z (Fig. 18 Taf. II) liegt, so wird man, in der Richtung der Augenaxe xd nach b blickend, den verdeckten Gegenstand a nicht sehen, c und d aber würden sichtbar im rechten Gesichtsfelde. Würde man aber das Auge nach d richten, so müfste c sich hinter d verstecken, und also aus dem Gesichtsfelde verschwinden, a aber neben b im linken Gesichtsfelde

felde auftauchen. Es scheint dafs diefs während der Bewegung des Auges ein fortwährendes Wirren der Gegenstände hervorbringen müfste. Es ist diefs aber nicht der Fall, wie uns die tägliche Erfahrung zeigt. Wir sehen vielmehr alle Gegenstände still neben einander stehen, wenn wir von dem einen zu dem andern die Augen wenden. Wenn man zwei Lichte hinter einander so stellt, dafs sich die Flammen decken, so kann man das Auge hin und her bewegen, und doch, wenn die Lage des Kopfs sich nicht verändert, bleiben sie bedeckt, obgleich sie an verschiedenen Stellen des Gesichtsfeldes erscheinen. Die Gegenstände scheinen sich also in jeder Lage des bewegten Auges zu decken.

Dieser Widerspruch liefse sich aber anders nicht heben, als durch die Annahme, dafs das Auge nicht um seinen Mittelpunkt, sondern um den Kreuzungspunkt der Richtungslinien z (Fig. 19 Taf. II) sich drehe, was auch Volkmann annimmt. In diesem Falle aber müfste sich der Augenmittelpunkt von x nach x' verrücken, und das Auge, den Axenstrahl von a nach b wendend, müfste sich nach der entgegengesetzten Seite zurückziehen, also nach dem entgegengesetzten Augenwinkel, wo es hinsieht. Während einer starken Augendrehung aus dem einen in den andern Augenwinkel fühlen wir aber gar kein Augenverrücken, wenn wir unsere Finger in die Augenwinkel leise einsetzen. Bei zu starker Bewegung scheint es zwar, als wenn die Finger einen Druck, ein Vorrücken des Augapfels fühlten, aber nach derselben Seite, wohin das Auge bewegt wird, nämlich in demselben Augenwinkel wo es hinsieht, also umgekehrt wie in der Fig. 19 Taf. II. Es ist auch anders nicht möglich. Der Muskel, der den Augapfel nach seiner Seite zieht, um ihn zu bewegen, könnte ihn wohl anziehen, aber nicht abstofsen. Dafs aber die Augenkugel sich wirklich nur um ihren Mittelpunkt dreht, und dafs dieser Punkt unverrückt den relativen Ort in der Augen-

höhle in jeder Lage des Sehlochs behält, zeigt der folgende Versuch, den ich schon im Jahre 1822 in einem Programme der Warschauer Universität (welches ich mit diesem Aufsatz der Redaction übersandt habe) in polnischer Sprache beschrieb.

Auf einem mit Papier überzogenen Brette, in der Form eines Quadranten (Fig. 20 Taf. II) von ungefähr 12 Zoll Radius, zieht man in gleichen Abständen Linien vom Umfange gegen den Mittelpunkt *a*, auf welchen 1 Zoll breite und 6 Zoll lange, aber dünne Metallblättchen *cb* (Fig. 21 Taf. II) perpendiculär befestigt werden. Sie reichen vom Umfange bis zur Hälfte, befinden sich also in der Gränze des deutlichen Sehens für mittelmäfsige Myopen; für Weitsichtige müfste der Quadrant gröfser seyn. Alle von der Mittellinie *da* abgewandten Seiten der Blättchen werden mit einer anderen Farbe, als die ihr zugewandten, etwa roth und blau, und die vorderen Ränder schwarz angestrichen. Die vordere Ecke des Brettes *e* (Fig. 21 Taf. II) wird abgenommen, damit nach dem Abbeugen des Papierwinkels, wo sich der Kreuzungspunkt *a* befindet, das Auge näher an die Blättchen gerückt werden könne. Ein 1 Zoll breiter und 1½ Zoll im Durchmesser haltender Ring (Fig. 22 Taf. II) wird vorn so zugeschnitten, dafs er an den Orbitalrand angesetzt, denselben in einigen entgegengesetzten Punkten berührt, dadurch fixirt wird, und das Auge, ohne es zu drücken, frei hindurchschauen läfst. In den Einschnitt *m* wird das Brett (Fig. 21 Taf. II) mit dem abgestumpften Ende *e* so fest eingeschoben, dafs das Verschieben nur durch Kraftanwendung geschehen kann. Der Ring wird alsdann vor's Auge angelegt und gerade durchgeschaut. Wenn man jetzt das mittelste, in der Augenaxe sich befindende Blättchen betrachtet, so wird man nichts von seinen Seiten sehen können, der vordere Rand wird hier das ganze Blättchen decken, ein Beweis, dafs sich das mittelste Blättchen auf der Augen-

axen-Richtungslinie befindet. Wendet man jetzt das Auge nach der Seite, so wird man diese oder jene Farbe an den Blättchen sehen. Verschiebt man aber das Brett in der Spalte *m* (Fig. 22 Taf. II) etwas hin und her, so bekommt es am Ende eine solche Lage gegen das Auge, dafs dieses, nach allen Seiten gewendet, nur die vorderen Ränder der Blättchen, und keine Farben sehen wird. Jetzt treffen also alle Augenaxen-Richtungslinien mit den Linien *bc* (Fig. 20 Taf. II) zusammen, und ihr Vereinigungspunkt mufs also auch auf den Mittelpunkt *a* an der Papierecke fallen. Dieser Punkt ist auch der, während der Augenbewegung, fixe, oder der Drehpunkt des Auges.

Um jetzt die Tiefe dieses Punktes hinter der Cornea zu bestimmen, ist nöthig eine Veränderung an dem Ringe anzubringen. Ueber dem Einschnitt *m* (Fig. 22 Taf. II) wird ein zweiter *n*, aber nur an einer Seite, angebracht, ungefähr in der Mitte des Ringes, in der Höhe der Augenaxe, auf welchem einige Rofshaare angebracht werden, und geradeüber macht man den Strich *s*. Während der Experimentirende den Quadranten vor's Auge bringt, bemerkt ein Assistent von der Seite durch den Spalt *n*, wie tief die Cornea in den Ring eindringt. Er stellt sich nämlich so, dafs sein Augenaxenstrahl *ks* (Fig. 23 Taf. II) gerade die Cornea streift, und bemerkt dasjenige Haar, durch welches der Strich *s* gedeckt wird, ohne es von der Cornea zu seyn, der aber an sie streift, so dafs sein Axenstrahl die Tangente der Cornea am vordersten Punkte wird. Nach dem Absetzen des Quadranten vom Auge wird neben demselben Haare ein feiner Stift nach der Linie *s* eingeschoben, der also in die Lage des früheren Tangentenstrahls kommt. Die nach unten gebeugte Ecke des Papiers wird ausgestreckt, und der Punkt *x*, wo der Stift *ks* (Fig. 20 Taf. II) die Linien *da* durchschneidet, angemerkt. Die Entfernung des Punktes *a* vom Punkte *x* giebt uns also den Abstand

des Kreuzungspunktes der Augenaxen - Richtungslinien von dem vordersten Punkte der Cornea im Auge.

Aus vielen, sowohl an meinen eigenen, als auch an den Augen anderer erwachsenen Individuen angestellten Versuchen ergab es sich, dafs, obgleich man, wegen der mehr oder weniger tiefen Lage der Augen das Brett in dem Ausschnitt *m* verrücken mufste, wodurch auch die Corneatangente auf andere Haare fiel, der Stift *ks* doch fast immer auf den Punkt *x* (Fig. 20 Taf. II) kam, und die gröfste Differenz kaum einen Millimeter betrug. Der Abstand aber des Punktes *a* von *x* war 5 Par. Linien. Diefs ist aber auch die Entfernung des Mittelpunktes des Auges vom vordersten Punkte der Cornea, nach Sömmering. Die Augenaxen - Richtungslinien kreuzen sich also, während der Augenbewegung, im Mittelpunkte des Augapfels, und dieser ist also der Drehpunkt oder der relative Ruhepunkt des sich bewegenden Auges, welches als Kugel sich so bewegt, dafs es seinen Fettpolster nirgends aus der Stelle drängt.

Wenn aber das Auge während seiner Bewegung um den eigenen Mittelpunkt sich dreht, und in diesem dann die Augenaxen, aber nicht die übrigen Richtungsstrahlen sich kreuzen (weil letztere es zwei Linien vor dem Mittelpunkt thun), so folgt daraus, dafs die in dem Augenaxenstrahle sich deckenden Objecte während des Wendens des Auges sich wirklich aufdecken müssen, wie wir das an (Fig. 18) zeigten, diefs aber zwar nicht wegen der kleinen Differenz, als vielmehr wegen anderer Umstände, nicht sichtbar wird. Das Verschieben des Kreuzungspunktes der Richtungslinien *x* (Fig. 18 Taf. II) würde nämlich, wenn das Auge, aus der Axe nach dem Augenliedwinkel zu, um 90 Grade sich drehte, fast zwei Linien betragen, und eine solche grofse Differenz müfste also sichtbar werden, wenn nicht andere Umstände es verhinderten. Diese aber sind: 1) die Beschränktheit der deutlichen Sehweite, und 2) die Be-

hränktheit des deutlichen Gesichtsfeldes, die beide das
utliche Sehen auf einer kleinen Strecke, die erste auf
er Linie der Augenaxe und die zweite auf einer den
ugenaxenstrahl perpendicular durchschneidenden Fläche,
duciren. Die daraus entspringende Undeutlichkeit läfst
so die Verschiebung der Objecte nicht fühlen. Denn,
n sich von ihrem Daseyn zu überzeugen, wäre es er-
ens nöthig, zwei sich deckende Lichtpunkte, einen dicht
n Auge und den andern weit entfernt, zu betrachten.
ber aus solchen Entfernungen werfen ja die Lichtpunkte
ine Bildpunkte auf die Retina, sondern nur undeutli-
he Lichtscheiben, und es ist schwer zu fühlen, ob sol-
he gerade übereinanderfallen oder nicht. Beim gewöhn-
chen Diopter visiren fühlt man auch den Lichtpunkt der
effnung als eine lichte Scheibe, und das in deutlicher
ehweite ausgespannte Haar als eine schwarze Linie, die
an auf die Mitte der lichten Scheibe zu bekommen
cht. Diefs würde übrigens auch für unseren Zweck
nreichend seyn, aber hier kommt der zweite Umstand,
er diefs nicht zuläfst. Man soll nämlich den in der
ugenaxe angestellten Versuch, ohne das Auge zu ver-
icken, von der Augenaxe so viel als möglich entfernt,
i dem seitlichen Gesichtsfelde wiederholen. Aber hier
hen wir, selbst in der Entfernung des deutlichen Se-
ens, undeutlich, können also unmöglich bestimmen, ob
ch das Haar und die Mitte der Visirscheibe über ein-
nder befinden oder nicht. An diesen beiden Umstän-
en scheitert die Sicherheit aller dergleichen Bestimmun-
en, und an ein sicheres Ausmessen des Richtungslinien-
inkels ist gar nicht zu denken.

Doch zeigt der folgende Versuch, dafs, während
es Augenwendens, die in der Augenaxe früher gedeckten
bjecte wirklich auseinandergehen, wenn man sie in das
itliche Gesichtsfeld bekommt. Richtet man nämlich
s Auge auf eine Lichtflamme und schiebt vor's Auge
n Kartenblatt, so, dafs dadurch eben die Flamme un-

sichtbar wird, so erscheint sie doch, wenn man das Auge von der Karte etwas abwendet. Wenn in dieser Augenlage die Bilder der Flamme und des Kartenrandes sich noch wie früher decken sollten, so müfste die Flamme nicht erscheinen. Man könnte aber vermuthen, dafs die zwei Scheiben von den Objecten auch noch jetzt gerade auf einander fallen, die lichte aber nur gefühlt werde. Dafs diese Vermuthung aber nicht begründet sey, zeigt der Versuch mit umgekehrt beleuchteten Objecten; wenn man z. B. ein Licht neben dem Auge so stellt, dafs die vordere Kartenfläche beleuchtet wird, und man sie vor einem dunkeln Streifen verschiebt, so kommt er doch zum Vorschein, wenn man das Auge abwendet. Auch gleich beleuchtete oder verschiedenfarbige Flächen geben dasselbe Resultat, nur ist die Verschiebung schwieriger zu sehen. Die in der Augenaxe sich deckenden Objecte hören also wirklich auf sich zu decken, wenn sie bei fixirtem Kopfe mit abgewendetem Auge betrachtet werden.

Wir haben eben gesagt, dafs, da man nur in der Richtung der Augenaxenlinie und nicht weit davon deutlich sieht, an ein Ausmessen durch's Visiren des Winkels der Richtungslinien, die in das undeutliche Gesichtsfeld schon fallen, gar nicht zu denken sey. Dieser, der sogenannte Gesichtswinkel kann, obgleich durch stabile Richtungslinien gemessen, doch selbst nicht stabil seyn; denn beim ruhenden Auge würde sein Scheitel durch die seitlichen Richtungslinien in den Mittelpunkt der Cornea, bei bewegtem Auge aber durch die immer eine andere Lage annehmenden mittleren Augenaxen-Richtungslinien in den Mittelpunkt des Auges selbst versetzt seyn. Bei kleinen Winkeln kann aber dieser Unterschied, weil er selbst zu klein ausfällt, gar nicht gefühlt werden, bei gröfseren, wo er es seyn könnte, sieht man aber diesen Unterschied sammt den Objecten nicht mehr deutlich, wie schon oben gesagt worden ist. Wie kommt es aber, dafs Physiker und Astronomen sich gar nicht

daran kehrend, was Physiologen über den Gesichtswinkel sagten, in der Praxis so sicher die optischen Winkel bestimmen? Weil sie diesen Winkel nicht in ihrem Auge, sondern aufserhalb desselben mit Instrumenten messen, ihr Auge aber nur dazu brauchen, um eine gerade Linie durch die sich deckenden Objecte zu ziehen, mit einem Worte, um nur zu visiren. Denn, um im Auge einen Winkel zu messen, mufs man ja gleichzeitig zwei Reihen sich deckender Lichtpunkte betrachten, hier aber geschieht diefs mit verschiedenen einzelnen nach einander, wozu nur die auf den Augenaxen-Richtungsstrahl fallende einzig und allein benutzt wird. Indem man diefs zuerst mit einem Lichtpunkt und zwei Diopterpunkten, nämlich Loch und Haar, wo sich alle dekken, versucht, und dann dasselbe an einem anderen Lichtpunkt mit anders gestellten Diopterpunkten wiederholt, bekommt man zwei vor dem Auge sich kreuzende Linien, deren Winkel der gesuchte ist. Dieser Winkel kann aber nur mit dem, welcher seinen Scheitel im Mittelpunkte des Auges hatte, zusammenfallen. Wenn man aber auch in den Fernröhren mit ruhendem Auge und gleichzeitig mittelst zweier durch zwei ausgespannte Fäden gehende Richtungslinien den Winkel sicher abnehmen kann, so geschieht diefs aus dem Grunde, dafs hier künstlich zwei deutliche Sehweiten hervorgebracht werden; die eine entfernt im Focus des Objectivs, in welcher wir den Gegenstand deutlich sehen, die zweite im Focus des Oculars, in welcher wiederum die Fäden deutlich gesehen werden. Hier findet also nicht, wie beim Diopter, ein Decken von Punkt und Scheiben statt, sondern eins von Punkt und Punkt, und noch dazu eines sehr entfernten und eines fast dicht vor das Auge gebrachten.

(Schlufs im nächsten Heft.)

IV. *Einige nachträgliche Bemerkungen zu meinem Aufsatz über Ergänzungsfarben; von G. Osann.*

Eine Note des Hrn. Plateau, so wie ein Paar neue Beobachtungen über Ergänzungsfarben haben mich veranlafst folgende Zeilen niederzuschreiben. Hr. Plateau hat sich (dies. Ann. Bd. XXXVIII S. 626) beschwert, dafs ich in einem, vor einiger Zeit in diesen Annalen veröffentlichten Aufsatz über diesen Gegenstand, seiner Ansicht hierüber auf eine irrthümliche Weise gedacht, und ihm grobe Irrthümer begangen zu haben vorgeworfen habe. Ich habe seine Abhandlung (dies. Ann. Bd. XXXII S. 543) nochmals durchgelesen, finde mich aber nicht veranlafst meine im obigen Aufsatz ausgesprochene Ansicht zurückzunehmen. Ich sprach mich dahin aus, dafs das Verhältnifs der Ergänzungsfarben zu einander dasselbe seyn müsse, wie das der anderen, d. h. dafs, wo diese zusammengebracht, weifs, grün, violett etc. geben, auch jene ein Gleiches thun müssen. Dagegen nimmt Herr Plateau (dies. Ann. Bd. XXXII S. 544 Z. 26) von diesen gerade das Gegentheil an. Er sagt daselbst: »In dem Falle, wo die Verbindung der wirklichen Farben Weifs erzeugt, bringt die Verbindung der zufälligen den Gegensatz des Weifs, d. h. Schwarz, hervor.« Ich glaube ferner in demselben Aufsatz gezeigt zu haben, dafs die Thatsachen, von welchen Plateau glaubt, dafs sie diese Ansicht begründen, sich nicht gut nach der gangbaren Farbentheorie erklären lassen. Ebendaselbst habe ich die Ergänzungsfarben in drei Klassen eingetheilt, nämlich: in zufällig complementäre oder sujective Farben, in farbige Schatten, und diejenigen, welche beim Durchgang des Lichtes durch durchsichtige Mittel ent-

stehen. Von letzteren habe ich im angeführten Aufsatz durch Versuche gezeigt, dafs sie durch Zersetzung des Tageslichtes entstehen, also objectiver Natur sind.

In Betreff der farbigen Schatten hatte ich einen Versuch beschrieben, welcher als ein indirecter Beweis für die Objectivität derselben angesehen werden kann. Des Zusammenhangs mit dem Nachfolgenden wegen will ich ihn kürzlich wiederholen. Man erzeugt auf die bekannte Weise, indem man zwischen zwei Lichtflammen, vor deren einer ein farbiges Glas gehalten wird, einen Stab aufsteckt, zwei complementär gefärbte Schatten. Betrachtet man nun den von der ungefärbten Lichtflamme beschienenen Schatten durch eine Pappröhre, deren Durchmesser die Breite des Schattens hat, so sieht man ihn eben so gefärbt, als wenn man ihn ohne dieselbe betrachtete. Da nun bei diesem Versuch das farbige Licht, welches von der Seite kommen könnte, ausgeschlossen ist, so ist klar, dafs die complementäre Färbung des Schattens objectiv ist.

Ich will jetzt einen directen Beweis für diesen Satz geben. Man wende anstatt der zweiten Lichtflamme, welche mit ungefärbten Strahlen den Schatten bescheint, eine monochromatische Lampe an. Die Strahlen der Flamme dieser Lampe werden nun mit einfachem, nicht zersetzbarem Lichte den Schatten erleuchten, und man wird, — vorausgesetzt, dafs auch diese Erscheinung objectiver Natur ist — den Schatten mit der Farbe der Lichtflamme gefärbt erblicken. Das Ergebnifs des Versuchs entsprach vollkommen dieser Voraussetzung. Dieser Versuch gelingt besonders gut bei Anwendung von grünem Glas und einer, gelbes Licht verbreitenden monochromatischen Lampe, wie man sie mit Weingeist und Chlornatrium erhält. Die rothe Färbung des Schattens, welche man, bei Anwendung von gewöhnlichem Kerzenlicht, erhält, verschwindet ganz, und man sieht ihn nur noch gelb gefärbt. Weniger gut gelingt dieser Versuch mit andcren

farbigen Gläsern, weil die Flamme aufserhalb auch noch etwas Blau enthält.

Ich komme nun zur dritten Klasse dieser Erscheinungen. Bei der wissenschaftlichen Auffassung derselben entsteht zuvörderst die Frage: giebt es Erscheinungen, welche es wahrscheinlich machen, dafs im Auge, ohne dafs Licht von aufsen in dasselbe dringt, Licht- und Farbenerscheinungen entstehen? Für die Bejahung dieser Frage sprechen die Erscheinungen, dafs man im Dunkeln, namentlich des Nachts durch Reiben des Auges eine Lichterscheinung hervorbringen kann; eben so sind die blauen und purpurnen Scheinbilder bekannt, welche man in kranken fieberhaften Zuständen im Dunkeln im Auge gewahrt. Dagegen spricht der Umstand, dafs Phosphore durch Insolation, welche man geraume Zeit (ich habe noch keine Gränze beobachtet, ich meine hiermit nicht Tage, sondern Wochen) im Dunkeln aufbewahrt hat, und welche unter den gewöhnlichen Umständen durchaus nicht mehr leuchten, wieder leuchtend werden, sobald man sie erwärmt, entweder auf eine warme Platte wirft oder in warmes Wasser, nach diesem Leuchten aber nicht wieder durch Erwärmen dazu gebracht werden können, es müfste denn seyn, dafs man sie zuvor wieder der Insolation ausgesetzt hätte. Verhindert uns nun anzunehmen, dafs das Auge sich auf gleiche Weise verhält, um so mehr, da die Art des Leuchtens im Auge hervorzubringen ganz dem Verfahren, Phosphorescenz zu erregen, entspricht, nämlich durch Reiben und in fieberhaften Zuständen durch Erwärmen.

Zu diesen zufälligen Beobachtungen will ich noch zwei hinzufügen, welche mit grofser Wahrscheinlichkeit für die Subjectivität dieser Farbenerscheinungen sprechen.

1) Wenn man das Auge eine Zeit lang auf eine farbige Fläche richtet, so entsteht nicht augenblicklich in demselben der Zustand, welcher in ihm die complementäre Farbe erregen läfst, sobald es, von der farbi-

gen Fläche hinweggezogen, auf eine weiſse oder schwarze Fläche gerichtet wird. Es ist nöthig, daſs man das Auge erst eine gewisse Zeit lang auf die farbige Fläche fixirt, und es schien mir, als wenn diese Zeitdauer gerade so viel betrüge, als sie beträgt, während die complementäre Farbe sich im Auge hält. Dieser Umstand scheint mir für die Subjectivität dieser Erscheinungen zu sprechen; denn wäre, wenn dieser Zustand eintritt, bereits die complementäre Farbe im Auge, so müſste die farbige Fläche matter erscheinen, indem ein Theil des farbigen Lichts zu Weiſs ausgeglichen würde.

2) Die Beobachtung, daſs complementäre Farben auch erhalten werden, wenn das Auge, nach Betrachtung eines farbigen Gegenstandes, sich auf eine schwarze Fläche richtet, würde ganz entscheidend für die Subjectivität dieser Farben sprechen, wenn sie mit ganz reinem, vollkommen schwarzem Grund angestellt werden könnte. Um einen Versuch anzustellen, der diesen Anforderungen sich möglichst nähert, traf ich folgende Einrichtung. In einem dunkeln, von Innen schwarz angestrichenen Cabinet wurde in einem, an einer Seite offenen Kasten eine monochromatische, gelbes Licht ausgebende, Lampe gestellt, und vor der Oeffnung des Kastens eine Pappscheibe, in deren Mitte ein dreieckiger Einschnitt sich befand, hinter welchem ein gelbes Glas angebracht war. Es geschah dieſs, um das gelbe Licht der Flamme durch das Hindurchgehen durch das gelbe Glas nochmals zu läutern. Nachdem ich ein Auge geschlossen und das andere eine Zeit lang auf das gelb erscheinende Dreieck gerichtet hatte, schloſs ich es. Bei dem ersten Wiederholen des Versuches erschien keine complementäre Farbe, später aber, als ich den Versuch mehrmals wiederholt hatte, erhielt ich deutlich ein bläuliches Scheinbild im Auge. Ich habe diesen Versuch mit demselben Erfolg wiederholt, kann daher an der Richtigkeit der Beobachtung nicht zweifeln. Man sollte meinen, die geringe

Menge der blauen Lichtstrahlen, welche die Flamme noch enthält, wäre von der Oberfläche des gelben Glases vollkommen reflectirt worden. Sollte diefs wirklich der Fall seyn, so wäre hiermit die Subjectivität dieser Klasse von complementären Farben nachgewiesen. Begreiflicherweise würde man dann eine Erklärung nur vermittelst der Undulationstheorie zu geben im Stande seyn. Die Schwierigkeiten, welche bei Gründung einer solchen zu überwinden wären, sind grofs, und dürfte wohl, wenn man nicht zur näheren Kenntnifs der physischen Eigenschaften der Netzhaut gelangt ist, aufgegeben werden können.

V. *Ueber Becquerel's einfache Kette, deren Strom aus der Verbindung von Säure und Alkali entstehen soll; von Dr. Mohr.*

Der Becquerel'sche Apparat (diese Ann. Bd. XXXVII S. 429), worin aus der Verbindung von einer Säure mit einem Alkali ein starker elektrischer Strom entstehen soll, welcher seinerseits wieder zur Zersetzung anderer Körper benutzt werden könne, hat nun schon zu mehreren Discussionen Veranlassung gegeben, ohne dafs man dieselben als geschlossen ansehen kann. Im 39sten Bande dieser Annalen habe ich durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen, dafs aus der Verbindung von Säuren und Alkalien kein Strom entstehe; dafs das Wasser die Stelle des Alkalis ohne Veränderung der Erscheinung übernehmen könne; und habe die Vermuthung geäufsert, dafs der wirklich beobachtete Strom von einer Nebenwirkung auf die salpetrige Säure herrühre.

Von diesem Apparate ist in dem sehr geschätzten Repertorium der Physik, von Dove und Moser, Bd. I S. 194, Bericht gegeben. Aus der Vergleichung des Da-

grofsen Menge thätiger Substanzen. Nur zur Wahrnehmung solcher Ströme, die von unbedeutenden Nebenursachen herrühren, bedarf man empfindlicher Instrumente.

Um die Versuche, wobei zwei flüssige Körper auf einander wirken sollen, leichter ausführen zu können, stelle ich mir den von Faraday beschriebene Apparat mit der Scheidewand aus Papier (Ann. Bd. XXXV Taf. I Fig. 9 und 10) dar.

In den Glasbuden findet man lange, flache, vierekkige Schüsselchen von dickem Glase, welche zum Aufbewahren von Zahnbürsten dienen, und sich zum vorliegenden Zwecke vorzüglich eignen (Fig. 3 Taf. I). Ein solches Schüsselchen wurde in der Mitte mit einem Löthkolben quer durchgesprengt, und die Kanten, die früher oben waren, auf Glas eben geschliffen, zwischen beide Hälften ein Blatt Filtrirpapier eingeklemmt, und dieselben durch eine Schraubenzwinge sachte vereinigt; die durchlassende Papierfläche betrug 5 Quadratzoll. In die dadurch entstehenden, durch Papier getrennten Zellen wurden Platincollectoren (2 Zoll lang, $\frac{1}{2}$ Zoll breit, mit Ducatengold an Platindrähte gelöthet) eingesetzt, und das Ganze mit Gyrotrop und Galvanometer leitend verbunden (Fig. 4 Taf. I).

Es wurden nun folgende Versuche angestellt:

1) In die beiden Zellen des Apparates wurden zu gleicher Zeit Aetzkali und verdünnte Schwefelsäure ($\frac{1}{5}$ concentrirte enthaltend) eingegossen. Die Nadel wurde augenblicklich etwas beunruhigt, stellte sich aber bald wieder auf 0 ein. Wurde nun concentrirte Schwefelsäure zu der verdünnten gegossen, so trat dennoch nicht die geringste Bewegung mehr ein. Die Verbindung der Säure mit dem Kali ging heftig von Statten. Wurde eine Collectorplatte in der Flüssigkeit mit Zink berührt, so zeigte die heftige Bewegung der Nadel das Vorhandenseyn guter Leitung an.

2) Es wurde nun in eine Zelle Aetzkali, in die an-

dere reines Wasser gegossen, wobei sich kein Strom manifestirte. Nun wurde Salzsäure in's Wasser gegossen, wobei sich ebenfalls keine Spur von Strom zeigte. Die verdünnte Salzsäure wurde mit einer Pipette aus der Zelle herausgezogen und concentrirte hineingegossen. Man bemerkte etwas kohlensaures Gas sich entwickeln, die Nadel zuckte unbedeutend, stellte sich aber schnell unbeweglich auf 0, wovon sie durch kein Umlegen des Gyrotropenbügels mehr abwich. An den sich herabsenkenden Streifen von gebildetem Chlorkalium, welche man bei der Durchsichtigkeit des Apparats sehr gut beobachten konnte, sah man, dafs die Verbindung in Masse vor sich ging; allein die Nadel blieb unbeweglich. Vorhandene gute Leitung wurde durch Zink jedesmal am Ende des Versuchs, ohne etwas an den Drähten zu ändern, nachgewiesen.

3) Ammoniak und Salzsäure wurden in die beiden Zellen gegossen: es entstand eine Bewegung der Nadel in dem Sinne, als wenn im Ammoniak Oxydation stattfände; die Nadel kam aber schnell auf 0 zurück, und liefs sich nicht durch Stromwechsel davon bewegen.

Nach diesen Versuchen kann ich nicht mit Hrn. Jacobi übereinstimmen, wenn er sagt (Annal. Bd. XXXX S. 71): »Im Grunde läfst sich gegen einen, bei Verbindung von Säure und Alkali entstehenden elektrischen Strom nichts einwenden, als die Faraday'schen Gegenbehauptungen, die allerdings von sehr grofsem Gewichte sind.«

Nicht die Faraday'schen Behauptungen sind von Gewicht, sondern die Faraday'schen Versuche, die jeder wiederholen kann, und die Entscheidung letzter Instanz, nämlich der Ausspruch der Natur. Es läfst sich aber auch im *Grunde* gegen einen solchen Strom das einwenden, dafs bei der blofsen Verbindung von Alkali und Säure keine Zersetzung stattfindet, und also deswegen kein galvanischer Strom entstehen kann.

4)

4) Es wurde nun in eine Zelle Aetzkali und in die andere Wasser gegossen, und dem Wasser rauchende Salpetersäure zugefügt. Es entstand sogleich ein starker Strom im Sinne, als wenn im Alkali Oxydation stattfände. Die Nadel fuhr auf 60°, und blieb nachher ruhig auf 25° stehen. Durch Umlegen des Gyrotrops wurden die Schwankungen, trotz des Hemmschwimmers der Nadeln, bis auf 60° gesteigert.

5) Es wurde nun in beide Zellen destillirtes Wasser gegeben, und in eine Zelle Salpetersäure gegossen; es entstand ein Strom in demselben Sinne, wie bei Versuch 4, nämlich, er deutete Oxydation im Wasser an. Wurde nun reines Kali in die andere Zelle zum Wasser gegossen, so schlug die Nadel im selben Sinne weit aus, und blieb auf einem höheren Grade stehen.

6) Es wurde nun in eine Zelle destillirtes Wasser, und in die andere die stärkste rauchende, hochrothe, ganz chlorfreie Salpetersäure gegossen. Die Nadel wich auf 20 Grade ab, und zeigte, wie oben, einen Strom vom Wasser zur Säure, d. h. Oxydation im Wasser. Ein Stückchen Zink in die Wasserzelle getaucht und den Collector berührend, vermehrte die Ablenkung, in die Salpetersäure getaucht, kehrte es sie um.

Das Filtrirpapier widerstand jedoch nicht lange der Wirkung der Säure; die Scheidewand platzte unten, und die Säure ergoſs sich in einem Strome in's Wasser. In demselben Augenblicke schlug die Nadel über 90° aus und blieb constant auf 55° stehen. Wurde mit einem Glasstabe die Säure aufgerührt, so stellte sich die Nadel ruhig auf 75°.

7) Wurde sehr verdünntes Kali und eben solche Salpetersäure gleichzeitig in die beiden Zellen gegossen, so entstand ein sehr kräftiger Strom, welcher die Nadel lange auf 36° hielt.

8) Eben so sehr verdünnte Salpetersäure und rei-

nes Wasser brachten einen schwachen, aber deutlichen Strom im selben Sinne wie oben hervor.

9) Concentrirte Salzsäure und Schwefelsäure, jede für sich, mit Wasser in die Zellen gegossen, brachten hingegen keinen Strom hervor, eben so wenig, wie wenn man, statt Wasser, Kali genommen hätte.

10) Kochsalzlösung und verdünnte Schwefelsäure in beiden Zellen (Aimé's Apparat, dies. Ann., Bd. XXXVII S. 432) brachten anfangs die Nadel zum Schwanken, wie diefs fast immer, sogar bei warmem und kaltem Wasser beobachtet wurde; die Nadel stellte sich aber rasch auf 0 ein, und zeigte dadurch die Anwesenheit jedes Stromes an.

11) Es wurde nun dem Versuche eine andere Form gegeben, um die Dazwischenkunft jedes fremdartigen Körpers zu vermeiden. Eine, in einen Winkel gebogene Glasröhre wurde halb mit Salpetersäure gefüllt und darauf reines Wasser gegossen (Fig. 5 Taf. II). Die Collectorplatte im Wasser zeigte, wie immer, Oxydation ($+E$) an.

12) Es wurde nun auf die Salpetersäure in beiden Schenkeln Wasser gegossen; man konnte nun willkührlich die eine oder die andere Collectorplatte in die Säure oder das Wasser bringen. Bei jedem Wechsel trat eine Aenderung des Stromes ein, so dafs das Factum über jedem Zweifel steht.

Noch einfacher läfst es sich in jedem Glase darstellen, wo man über starke Salpetersäure eine Schicht reines Wasser giefst, ohne sie zu vermischen (Fig. 6 Taf. II). Die Platte im Wasser ist jedesmal + elektrisch.

13) Mit der Knieröhre wurden alle oben beschriebenen Versuche noch einmal wiederholt mit ganz gleichem Erfolge.

Betrachtet man nun die Quantitäten der hier wirksamen Stoffe, so geht aus dem Gesetze der festen Elektrolysirung hervor, dafs der überall, bei Gegenwart von

Salpetersäure beobachtete Strom nicht von der Hauptaction (der Verbindung der Säure mit Alkali) hervorgerufen seyn konnte. In der Glaszelle wirkten in wenigen Minuten mehrere Unzen Salpetersäure auf eben so viel Kali, auf einer Fläche von 5 Quadratzollen. Der Strom, der durch die Menge dieser Stoffe hervorgebracht wäre, hätte auf der anderen Seite eine gleiche Quantität Salpeter, oder ein elektrochemisches Aequivalent eines anderen Elektrolyten zersetzen müssen, oder gar nicht übergehen. Hätte man dem Strome durch Wiederholung des Apparates im Sinne einer Säule gröfsere Intensität verschafft, so hätte er Elektrolyten zersetzen müssen; in unserem Apparate, wo ununterbrochene Metallleitung war, hätte er wenigstens übergehen und auf die Nadel eine entsprechende Wirkung äufsern müssen. Nun aber bietet uns eine gleiche Ablenkung der Nadel, absichtlich mit einem kleinen Zinkplatinpaare hervorgebracht, ein vergleichbares Maafs für die Summe der circulirenden Elektricität dar.

Ein Streifchen Zink, 1 Linie breit, $\frac{1}{2}$ Linie dick, mit einem der beiden Platincollectoren in destillirtes Wasser, $\frac{1}{4}$ Zoll tief und $\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt, eingetaucht, lenkte die Nadel stetig auf 10 Grade ab, und durch Umlegen des Gyrotrops bis auf 20.

Zu 4 Unzen Wasser 4 Tropfen Schwefelsäure gesetzt und dasselbe Zinkstreifchen hineingesenkt, lenkte stetig um 80 Grade ab.

Man vergleiche nun den Effect dieser kleinen Ketten, wo nach mehreren Stunden kaum ein Gasbläschen sich auf dem Platin zeigt, mit der geringen Wirkung so grofser Quantitäten von thätigen Stoffen, als oben angewendet wurden, so fällt es in die Augen, dafs von der Hauptaction entweder ein reichlicherer Strom oder gar keiner entwickelt werden mufs. Hr. Prof. Jacobi protestirt zwar gegen die Anlegung des Faraday'schen Maafsstabes der festen Elektrolyse; allein diefs zeigt schon

deutlich, dafs seine Beweisführung nicht Stich hält. Ströme, die nicht Intensität genug besitzen, um zu zersetzen, können unter Umständen geleitet werden, ohne zu zersetzen; allein Ströme, die, wie Hr. Prof. Jacobi zeigt, Jodkalium zersetzen, fallen unter das Gesetz. Hr. Prof. Jacobi hat bewiesen, dafs in seinem Apparate an der Elektrode im Alkali innerhalb 5 Stunden 0,6 Kubikzoll Sauerstoffgas entwickelt worden sind, und postulirt nun mit einigem Triumphe, dafs ihm jede fernere Widerlegung meines Aufsatzes erlassen werde. Es kommt jedoch hier durchaus nicht darauf an, ob das ausgeschiedene Gas Sauerstoff oder ein anderes ist; es mufs bewiesen werden, dafs es elektrolytisch ausgeschieden ist, und in diesem Sinne fordere ich mit Recht den ferneren Beweis: *dafs ein einfaches Zinkplatinpaar, welches in 5 Stunden 1,2 Kubikzoll Wasserstoffgas am Platin ausscheidet, dieselbe Galvanometernadel ebenfalls nicht mehr als 36° ablenke.*

Es sind jedoch Gründe vorhanden, welche diese Voraussetzung nicht wahrscheinlich machen. Da bei Anstellung des reinen Becquerel'schen Versuches eine Ablenkung von 36° erhalten wurde, so schliefse ich mit Recht, dafs Hr. Prof. Jacobi sich eines sehr empfindlichen Galvanometers bedient hat. Nun ist 1,2 Kubikzoll eine Menge Gas, welche die meisten unserer Zersetzungsröhren gar nicht fassen, und ein Versuch an meinem Galvanometer hat mir gezeigt, dafs ich die Nadel 5 Stunden lang auf 36° halten kann, ohne den zwanzigsten Theil der genannten Gasmenge an dem Platin zu erhalten.

Sobald die Nadel um mehr als 36° bei einer so reichen Gasentwicklung abgelenkt wird, ist ein Theil des Gases nicht elektrolytisch ausgeschieden; dieser Einwurf ist durch die Versuche gar nicht beseitigt. Sollte jedoch das Resultat hervorgehen, dafs der Sauerstoff elektrolytisch aufgetreten, so ist noch immer nicht der

Ursprung des Stroms in der Verbindung des Alkalis mit der Säure zu suchen. Sehr auffallend war in dieser Beziehung die Beobachtung, dafs Salpetersäure auch mit Schwefelsäure einen Strom hervorbringt, jedoch von ganz verschiedener Richtung wie der vorherige.

14) Concentrirte Schwefelsäure wurde mit gleich viel Wasser verdünnt und erkalten gelassen, und darauf gleichzeitig mit einer ziemlich starken Salpetersäure in die beiden Zellen des oben beschriebenen Apparates eingegossen. Ich führe hierbei die specifischen Gewichte nicht an, weil ich gefunden habe, dafs bei einem empfindlichen Galvanometer hierauf nicht viel ankommt, indem der Versuch unter den vielfachsten Abänderungen gelingt.

Es entstand sogleich ein Strom, welcher die Nadel um 10° ablenkte; allein in dem Sinne, als wenn nur in der Salpetersäure Oxydation stattfände. Wurde ein Zinkplättchen in die Schwefelsäure gebracht, so schlug die Nadel um; in die Salpetersäure getaucht, vermehrte es die Ablenkung.

Es wurde nun concentrirte Schwefelsäure in die verdünnte gegossen; die Nadel, die auf 10° stand, wurde heftig auf 90° geworfen und blieb nachher lange auf 30° stehen. Durch ferneren Zusatz von Schwefelsäure erhielt ich constante Ablenkung von 40°, also einen so starken Strom, als ihn Salpetersäure und Kali gegeben, jedoch von umgekehrter Richtung in Beziehung auf die Salpetersäure.

Die Entstehung des Stroms ist lediglich an die Gegenwart von Salpetersäure gebunden, und da zwei Säuren von der stärksten Art mit einander einen kräftigen Strom erregen, so mufs der Antagonismus von Alkali und Säure durchaus als unwesentlich erscheinen, wie er sich denn auch bei allen anderen Versuchen, wobei Salpetersäure nicht vorhanden war, als solchen gezeigt hat.

Beim letztgenannten Versuche wurde zuletzt die Papierwand eingerissen, wobei sich die Schwefelsäure zu

unterst und die Salpetersäure darüber lagerte. Man konnte nun, wie oben, durch Heben und Senken der Collectoren den Strom umkehren; immer zeigte die Salpetersäure Oxydation an.

15) Endlich wurde der Becquerel'sche Versuch noch einmal in seiner ursprünglichen Form wiederholt, mit Anwendung des Thonpfropfens, und unter der Vorsicht, eine Gasentwicklungsröhre anzubringen; eine Vorsicht, die sich jedoch als überflüssig zeigte. Offenbar wirkt der Becquerel'sche Apparat unter weit ungünstigeren Verhältnissen, als die von mir oben angewendeten, indem die Thätigkeit der dabei concurrirenden Salpetersäure auf einer viel schmäleren Fläche, und durch das Hindernifs einer dichten, für Flüssigkeiten sehr impermeablen Substanz stattfindet. Es war deshalb im Voraus schon zu ersehen, dafs aus dieser Wiederholung des Versuchs kein neues Resultat sich ergeben würde.

Es wurde eine noch gelbliche Salpetersäure und ein sehr concentrirtes Aetzkali angewendet, obgleich diese Bedingungen, die Hr. Prof. Jacobi empfiehlt, wie ich oben gezeigt habe, nicht durchaus nothwendig sind. Beim Schliefsen der Kette zeigte die Nadel sogleich eine starke Ablenkung in dem bekannten Sinne, und blieb auf 20° länger als 24 Stunden stehen. Der Strom war continuirlich im Gange; ich bemerkte jedoch weder an der Platinplatte im Alkali ein Bläschen, noch hatte sich ein solches während der ganzen Zeit des Versuches im Apparate angesammelt. Ich würde gegen die bestimmte Behauptung des Hrn. Prof. Jacobi diesen Fall vor der Hand nicht behaupten, weil es möglich wäre, dafs dabei Verhältnisse stattfänden, die von mir übersehen wären. Nun aber habe ich den Versuch auf die mannigfaltigste Weise variirt, und immer dasselbe Resultat erhalten. Besonders aber mufs ich das Factische jener Behauptung durch die Erfolge des Hrn. Prof. Pfaff in Kiel in Frage stellen. In seinem Werkchen: »Revision der Lehre

des Galvo-Voltaismus,« aus dem im 40sten Bande dieser Annalen, S. 443, eine besondere Mittheilung sich befindet, liest man folgende Stelle:

»Ich stimme ganz mit Hrn. Mohr überein, daſs Becquerel's Apparat durchaus keine Verschiedenheit von jedem anderen schwach wirkenden galvanischen Apparate hat. Der von ihm beobachtete Strom ist nur ein sehr schwacher etc. Damit stimmt die schwache Zersetzung, die der Strom giebt, überein, da ich an der Platinplatte in der Kalilauge nach mehreren Stunden erst einige Bläschen wahrnahm. Man ist also beinahe mit Hrn. Mohr gezwungen anzunehmen, daſs sich Herr Becquerel habe täuschen lassen. In seinen übrigen Behauptungen kann ich aber nicht mit Hrn. Mohr übereinstimmen.«

Dieſs letztere ist mir sehr erklärlich, und betrifft, auſser einem einzigen Factum, nur Meinungsverschiedenheit und Ansichten. Hr. Pfaff bekennt sich unumwunden zur conservativen Parthei im Felde des Galvanismus, welches ihm, bei seinen bekannten groſsen Leistungen unter der Aegide der Volta'schen Ansicht, nicht zu verargen ist. Da ich nun aus innerer Ueberzeugung dieser Ansicht nicht beipflichte, so werde ich hier keine dieser Differenzen berühren, die zu einem bloſsen Meinungsstreite führen würden.

Hr. Prof. Pfaff erhielt mit Wasser und Salpetersäure keine Spur von Ablenkung der Magnetnadel; dieſs kann nur der Anwendung eines unempfindlichen Multiplicators zugeschrieben werden; denn ich erhielt in einem Falle sogar eine Ablenkung von 75°, die gewiſs keinem Beobachtungsfehler zugeschrieben werden kann. Da ich jedoch mit meinem Zellenapparate mit sehr verdünnter Salpetersäure und Kali Ablenkungen von 36°, und in dem minder günstigen Becquerel'schen Apparate solche von 20° erhielt, Hr. Prof. Pfaff aber zwischen starker Salpetersäure und Kali nur einen Strom

von 10 bis 15° Ablenkung beobachtete, so ist klar, daſs er ein viel unempfindlicheres Galvanometer anwandte. Wenn er eben so zwischen Salz- und Schwefelsäure auf der einen Seite, und Kali auf der anderen Seite einen Strom erhielt, so streitet dieſs so sehr mit meinen mehr als zwanzig Mal wiederholten Versuchen, daſs ich darauf aufmerksam machen muſs, die anfangs jedesmal eintretende Bewegung der Nadel, die von, bis jetzt, unbekannten Einflüssen herrührt, nicht mit dem constanten Strom zu verwechseln. Während die Bewegung der Nadel zwischen Salzsäure und Kali schon nach wenigen Secunden aufhört, dauert jene mit Salpetersäure und Kali mehrere Tage lang ununterbrochen fort.

Wenn nun endlich Hr. Prof. Pfaff behauptet, daſs man durch Eintröpfeln von Salpetersäure in Wasser, in welches zwei Platinplatten tauchen, keinen Strom erhalte, so ist dieſs lediglich einem Fehler des Versuches zuzuschreiben, oder der Unempfindlichkeit des Meſsinstrumentes. Sind beide Platten in ganz gleichmäſsiger Art in der nun verdünnt werdenden Säure, so kann natürlich kein Strom entstehen, weil er in jeder Platte dieselbe, also in dem Drahte sich entgegenlaufende Richtung annehmen müſste. Gieſst man aber die Säure näher an die eine Platte als an die andere, so entsteht in jedem Falle ein Strom, der sich durch Heben und Senken der Platten unbestimmte Male umkehren läſst. Dasselbe Resultat wurde im Zellenapparat in der geknieten Röhre und im gewöhnlichen Trinkglase erhalten; es kann also über dessen Existenz kein Zweifel mehr bestehen.

Es wurde nun noch die behauptete Zersetzung des Jodkaliums geprüft. Ohne den Multiplicator auszulösen, wurden zwei Drähte, mit Platinspitzen versehen, eingeschaltet, und dieselbe 1 Linie weit von einander entfernt, auf ein mit Jodkalium angefeuchtetes Papierstreifchen aufgesetzt. Die Nadel blieb auf 0 stehen, und es zeigte sich kein brauner J[illegible]te man plötz-

lich die beiden Platinspitzen, so ging die Nadel auf 20° und blieb ruhig darauf stehen. Diese Trennung und Schliefsung mehr als zwanzig Mal wiederholt, gab immer genau dasselbe Resultat, und es war bei dem Strome, der nur um 20° ablenkte, durchaus unmöglich, die Zersetzung des Jodkaliums zu beobachten. Es beweist diefs, dafs der Strom nicht nur an Menge sehr gering, sondern auch an Intensität sehr schwach war.

Es wurde derselbe Versuch mit dem Zellenapparat und starker Säure und Alkali wiederholt. Der Strom lenkte constant um 60° ab; wurden die Platinspitzen um eine Papierdicke von einander entfernt, so ging der Strom nicht mehr über, indem die Nadel auf 0 zurückkam. Dieser Strom hat also eine so geringe Intensität, dafs er nicht einmal, ohne Zersetzung zu veranlassen, durch die Jodkaliumlösung hindurch kann. Bei mehr als zehnmaliger Wiederholung zeigte sich immer dasselbe Resultat.

Die aus allen diesen Versuchen genommenen Facta lassen sich demnach in Folgendem zusammenfassen:

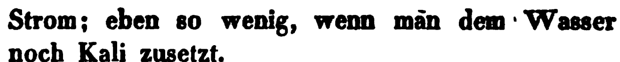
1) Aus der Verbindung von einer Säure mit einem Alkali entsteht kein elektrischer Strom.

2) Bei der Verbindung von Salpetersäure mit Kali entsteht ein elektrischer Strom von dem Kali zur Salpetersäure, und von dieser durch die Metallleitung in's Kali zurück. Er entspricht also einer Oxydation an der Platte im Alkali.

3) Bei der Vermischung der Salpetersäure mit Wasser entsteht ebenfalls ein Strom vom Wasser nach der Säure. Zusatz vom Kali zum Wasser vermehrt den Strom, ohne seine Richtung zu ändern.

4) Die Gegenwart von salpetriger Säure in der Salpetersäure ist nicht nothwendig zur Erzeugung dieses Stroms.

5) Beim Vermischen von concentrirter Salzsäure, Schwefelsäure und Aetzkalilauge entsteht kein elektrischer



Strom; eben so wenig, wenn man dem Wasser noch Kali zusetzt.

6) Beim Zersetzen von Kochsalz mit Schwefelsäure entsteht kein Strom.

7) Beim Vermischen von Schwefelsäure mit Salpetersäure entsteht ein Strom von der entgegengesetzten Richtung in Bezug auf die Salpetersäure. Der Strom geht von der Salpetersäure zur Schwefelsäure und durch den Draht zurück; er entspricht also einer Oxydation in der Salpetersäure.

8) Bei der Verbindung von Salpetersäure mit Kali scheidet sich im Alkali kein Sauerstoffgas ab, welches mit dem circulirenden Strome in Verbindung stände.

9) Der Strom, bei Verbindung von Salpetersäure und Alkali, wird von keiner Flüssigkeit geleitet, und zersetzt keine Elektrolyten, namentlich kein Jodkalium.

Ueber die Natur des räthselhaften, beim Auftreten von Salpetersäure immer erscheinenden elektrischen Stromes, sind wir darum immer noch nicht im Klaren. Die Schlüsse, die sich aus den oben mitgetheilten Versuchen ziehen lassen, sind leider alle negativer Art; allein, da sie bei der ferneren Aufsuchung des eigentlichen Verhaltens wenigstens die nicht zum Ziele führenden Wege absperren, so will ich diese negativen Resultate aufzählen.

1) Der in Rede stehende Strom (von Salpetersäure und Kali erzeugt) entspringt nicht aus der Verbindung von Säure und Alkali; und zwar:

a) weil andere Säuren und Alkalien keinen Strom erzeugen;

b) weil Salpetersäure mit Wasser denselben Strom erzeugt;

c) weil auch zwei Säuren, von denen eine Salpetersäure ist, einen Strom erzeugen;

d) weil die Masse des Stroms nicht mit den Quantitäten der dabei thätigen Stoffe nach dem Gesetze der festen Elektrolysirung übereinstimmt.

2) Der Strom entsteht nicht aus einer ungleichen Anziehung zum Wasser, wornach das Wasser, als Bestandtheil eines Hydrates, den Strom selbst überführen könnte:

a) weil concentrirte Schwefelsäure und verdünntes Kali keinen Strom erzeugen;

b) weil Salpetersäure und Wasser einen Strom erzeugt. Das Wasser ist hier nicht auf der einen Seite allein, also kein Theil eines elektrolytischen Hydrats, und doch entsteht der Strom;

c) weil der Strom immer dieselbe Richtung hat, das Kali oder die Salpetersäure mag concentrirt seyn, und also eine gröfsere Anziehung zum Wasser haben oder nicht.

3) Der Strom entsteht nicht aus einer ungleichen chemischen Action auf die beiden Platinplatten, weil er eine solche Richtung hat, dafs die Oxydation im Wasser vorgehen müfste, während die Platte in der concentrirten Salpetersäure der Wasserstoffseite entspricht.

VI. *Ueber Elektricitäts-Erregung bei chemischen Verbindungen. Aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Dulk an den Herausgeber.*

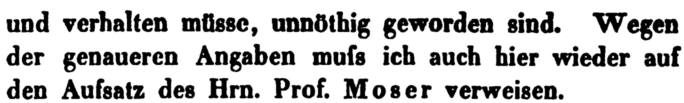
Königsberg, d. 26. Sept. 1837.

— Zugleich erlaube ich mir, Ihnen eine kurze Nachricht über einige elektro-chemische Versuche mitzutheilen, zu deren Anstellung Hr. Prof. Moser sich mit mir vereinigt hatte.

Dafs wir die Angaben Becquerel's über die von ihm aus Kali und Salpetersäure construirte einfache Kette bestätigt gefunden hatten, war schon früher in dem ersten Bande des Repertoriums der Physik, S. 195, von Hrn. Prof. Moser beschrieben worden. Die zum Theil widersprechenden, anderentheils aber auch auffallenden Angaben über das ganz abweichende Verhalten dieses elektrischen Apparats, dafs er keine Wärme entwickle, dafs seine Wirkung durch einen eingeschobenen langen, dünnen Schliefsungsdraht gegen einen kurzen und dicken Draht etc. gar nicht verändert werden sollte, forderten uns zunächst auf, eine Becquerel'sche Kette in einem gröfseren Maafsstabe herzustellen, um alle Erscheinungen an derselben deutlicher hervortreten zu lassen. In eine umgekehrte Glasglocke von 12" Höhe und 4¼" Durchmesser wurde eine Lage angefeuchteten Thons gegeben, und in diese eine andere, unten mit Rindsblase verschlossene Glasglocke von 8" Höhe und 3¼" Durchmesser, deren obere engere Oeffnung mit einem Korkstöpsel luftdicht verschlossen worden war, durch welchen ein Gasleitungsrohr, ein Platindraht, eine Platinplatte von 6" Oberfläche tragend, und ein Trichter zum Einfüllen der Flüssigkeit geführt worden waren, hineingedrückt. Das Einfüllen der Aetzkalilauge von 1,280 spec. Gew. in die innere kleinere Glasglocke, und der Salpetersäure von 1,300 spec. Gew. in die umschliefsende gröfsere Glocke, in welche eine ganz ähnliche Platinplatte gestellt wurde, geschah gleichzeitig, so dafs beide Flüssigkeiten in einer möglichst gleichen Höhe blieben, bis die innere Glocke ganz angefüllt war, und die Flüssigkeit durch die aufserhalb des Apparats ausmündende Gasleitungsröhre abflofs. Als nun die Kette geschlossen wurde, trat sogleich eine so reichliche Gasentwicklung an der in der Kalilauge befindlichen Platinplatte ein, dafs die ganze Form der Platte durch die unendliche Zahl der in der Flüssigkeit sich erhebenden kleinen Gas-

bläschen sich gleichsam abgebildet erhielt, und das Gas bald in hinreichender Menge aufgefangen werden konnte, um als das reinste Sauerstoffgas erkannt zu werden. Die Prüfung des in Röhren aufgefangenen Gases konnte so oft und mit so grofsen Mengen wiederholt werden, dafs über die chemische Beschaffenheit desselben nicht der mindeste Zweifel gestattet ist. Mit dem jedesmaligen Oeffnen der Kette hörte die Gasentwicklung auf, trat aber in dem Augenblick des Schliefsens sogleich wieder ein, so dafs das von dem Einen von uns vorgenommene Oeffnen und Schliefsen der Kette von dem Andern sogleich durch das Aufhören oder Eintreten der Gasentwicklung bemerkt werden konnte. Erst nach etwa drei Stunden wurden graduirte Glasröhren zum Auffangen des Sauerstoffgases angewandt, und die Quantitäten des in gemessenen Zeiträumen aufgefangenen Gases finden sich in dem Aufsatze des Hrn. Prof. Moser im zweiten Bande des Repertoriums der Physik genau angegeben; hier wird es genügen anzuführen, dafs die Menge beinahe 60 Mal so viel betrug, als Becquerel erhalten zu haben angiebt.

Die einfache Magnetnadel wurde auf 15° abgelenkt, wobei sich die Kalilauge wie Zink, die Salpetersäure aber wie Kupfer verhielt, und diese Ablenkung erhielt sich constant, so dafs vielleicht keine Kette so gut wie die Becquerel'sche geeignet ist zu Versuchen, deren Erfolge von einer constanten Entwicklung der Elektricität abhängig sind. Erst am zweiten Tage sank die Abweichung der Nadel auf 13°, und am dritten Tage auf 12°. Wurde ein feiner, sehr langer Leitungsdraht in die Kette eingeschaltet, so ging, gegen Becquerel's Angabe, die Nadel von 15° auf 6° zurück. Durch Peltier's Apparat wurde auf's Entschiedenste Wärme, und bei Umkehrung der Pole vermittelst des Gyrotropen Erkältung nachgewiesen, so dafs die bereits gegebenen Erklärungen, weshalb sich die Becquerel'sche Kette verschieden von anderen elektrischen Vorrichtungen verhalte



und verhalten müsse, unnöthig geworden sind. Wegen der genaueren Angaben mufs ich auch hier wieder auf den Aufsatz des Hrn. Prof. Moser verweisen.

In etwas abgeänderter Art wurden noch folgende Versuche angestellt. In den einen Schenkel einer V-förmig gebogenen Glasröhre wurde Bleioxyd geschüttet, und in den anderen, bis zur Entfernung aller anhängenden Feuchtigkeit, in einem Platintiegel geschmolzene Phosphorsäure, während sie sich im rothglühenden Flusse befand, in die erwärmte Röhre hineingegossen, beide Schenkel aber mit Platindrähten versehen, und diese mit dem Multiplicator verbunden. Sobald nun durch die untergesetzte Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge die in der Glasröhre enthaltenen Substanzen in den flüssigen Zustand versetzt wurden, erfolgte sogleich eine bedeutende Ablenkung der Magnetnadel, die sich noch steigerte, als das Flüssigwerden der in den oberen Theilen der beiden Schenkel der Glasröhre enthaltenen Substanzen durch eine kleine Weingeistlampe befördert wurde. Wurde in einer zweiten Röhre Aetzkali und Phosphorsäure demselben Versuche unterworfen, so wurde beim Schmelzen der Substanzen die Nadel ganz herumgeschleudert, auch Jodkalium, wenn auch schwach, dennoch deutlich zersetzt. Bleioxyd und Kali vertraten, wie nicht anders zu erwarten war, die Rolle des Zinks, die Phosphorsäure die des Kupfers. Da jedoch die angewandten Substanzen nicht wasserfrei waren, so wurden, um jedem Einwande, dafs die beobachteten Erfolge durch die Gegenwart des Wassers bedingt wurden, zu begegnen, diese Versuche noch mit völlig wasserleeren Substanzen wiederholt. Bei Bleioxyd und Wismuthoxyd trat keine Abweichung der Magnetnadel ein, weil die Glasröhre zu schmelzen anfing, ehe das Wismuthoxyd in völligen Flufs kam; als aber Bleioxyd und Antimonoxyd in die beiden Schenkel der Glasröhre geschüttet, mit leitenden Platindrähten versehen und durch die Weingeistflamme

flüssig gemacht wurden, trat sogleich starke Ablenkung der Magnetnadel ein. Chlorkalium mit Chlorblei, oder mit Chlorquecksilber (Sublimat), oder mit Chlorsilber in Berührung gebracht, gaben in dieser Reihenfolge gesteigerte Ablenkung der Magnetnadel; Zersetzung des Jodkaliums konnte jedoch nicht bewirkt werden. Daſs das Chlorkalium hier das Zink war, darf kaum noch bemerkt werden. Scheiben von Blei, Zink und Zinn in Quecksilber eingetaucht, gaben zwar nicht bedeutende, aber entschiedene Ablenkungen der Nadel.

Als unabweisliche Thatsache stellt sich aus diesen hier nur kurz erzählten Versuchen heraus, daſs bei jeder chemischen Verbindung, bei jedem chemischen Processe, Elektricität frei wird, ohne daſs gleichzeitige Zersetzung eines zusammengesetzten Körpers, wie des Wassers, nöthig, oder der Eintritt des chemischen Processes an eine gewisse Beschaffenheit der zusammengesetzten Körper, daſs sie nämlich aus 1 und 1 bestehen müſsten, gebunden wäre; immer und überall wird Elektricität frei, wo zwei Körper sich chemisch mit einander verbinden, gleichviel ob sie einfach oder zusammengesetzt, ob sie durch Wasser oder durch Wärme in den flüssigen Zustand versetzt werden, wenn sie sich nur in recht vielen Punkten berühren. Man *kann* diese Versuche als für die chemische Affinitätslehre beweisend ansehen, so daſs die elektrischen Erscheinungen als Folge des chemischen Processes auftreten, man *kann* aber auch, wie mir scheint, mit gleichem Rechte daraus die Richtigkeit der elektro-chemischen Theorie herleiten, daſs nämlich das elektrische Verhalten der den chemischen Proceſs bildenden Körper das Prius, und dieser selbst eine Folge des ersteren sey, so daſs beide Ansichten möglicherweise richtig seyn können. Letztere Ansicht scheint mir aber auch jetzt noch mit allen bekannten Erfahrungen im guten Einklang zu stehen, und den Vortheil zu gewähren, daſs wir alle Erscheinungen auf die bekann-

ten Eigenschaften einer Naturkraft, der Elektricität, zurückführen, und jene durch diese zu begründen suchen, wogegen chemische Affinität mir nur ein Name für eine Summe von Erfahrungen zu seyn scheint, durch den es ausgesprochen wird, dafs die verschiedenen Körper ein Bestreben haben, sich unter günstigen Umständen mit einander zu verbinden, was wir allerdings oft genug unter unseren Augen vorgehen sehen.

Wenn in den oben erzählten Versuchen Blei, Zink, Zinn mit Quecksilber in Berührung gebracht wurden, so nehmen, wie gewöhnlich, die drei ersteren Metalle positive Elektricität gegen das negativ-elektrische Quecksilber an; aber die hiedurch hervorgerufenen elektrischen Erscheinungen konnten nur schwach hervortreten, weil die Metalle sehr viel Uebereinstimmendes in ihren Eigenschaften haben, der elektrische Gegensatz zwischen ihnen nur schwach ist, die Berührungsflächen aber durch Schmelzen nicht vermehrt werden durften; weil sonst zugleich die elektrischen Erscheinungen des Thermomagnetismus hervorgetreten wären. Die Eigenschaft aber, durch gegenseitige Berührung elektrisch zu werden, ist keinesweges auf die einfachen Körper beschränkt, sie kommt auch den zusammengesetzten zu, und zwar in einem um so höheren Grade, je gröfser der elektrische Gegensatz zwischen ihnen ist, und je mehr die gegenseitige Berührung befördert wird, mag dieses durch Schmelzen, oder durch Auflösen geschehen. So wie, wenn Blei und Antimon mit einander in Berührung gebracht werden, ersteres +, letzteres — elektrisch wird, eben so müssen auch Bleioxyd und Antimonoxyd die entgegengesetzten Elektricitäten sich aneignen, wenn ihre Berührungsflächen durch Schmelzen vermehrt werden, und die in den schmelzenden Metalloxyden befindlichen Platindrähte, der durch Berührung erregten Elektricitäten als Leitungsdrähte dienend, müssen beim Schliefsen der Kette die Nadel des Multiplicators zur Abweichung bringen.

Stär-

Stärker noch werden diese Erfolge hervortreten, wenn wir zusammengesetzte Körper von stärkerem elektrischen Gegensatz, wie Bleioxyd und Phosphorsäure, oder noch mehr, wie Kali und Phosphorsäure, auf einander einwirken lassen, und das an Kali und Phosphorsäure gebundene Wasser kann hier auf den Erfolg keinen Einfluſs haben, da dieser allein in dem elektrischen Gegensatze zwischen Kali und Phosphorsäure oder Bleioxyd und Phosphorsäure begründet ist. Eben so gleichgültig für den Erfolg muſs es seyn, ob die zusammengesetzten Körper Sauerstoff oder eine andere Substanz, z. B. Chlor, enthalten, wenn nur zwischen den zusammengesetzten Körpern, welche man dem Versuche unterwirft, ein hinreichend starker elektrischer Gegensatz besteht, wie dieſs, den erzählten Versuchen zufolge, zwischen Chlorkalium einerseits und Chlorblei oder Chlorquecksilber andererseits der Fall ist, und die hervorgebrachte Ablenkung der Magnetnadel wird der Stärke dieses elektrischen Gegensatzes entsprechen. Ein solcher Gegensatz, und zwar ein sehr starker, besteht nun auch zwischen Kali und Salpetersäure, und dieser ist als die Quelle der in der Becquerel'schen einfachen Kette freiwerdenden Elektricitäten anzusehen. Die Kalilauge, durch Thierblase und Thon von der Salpetersäure abgesondert, kommt mit dieser nur nach und nach in kleinen Massentheilchen in Berührung, und hier wird die Kalilauge, wie Zink gegen Kupfer, + elektrisch, so daſs die Schichten der über den Berührungsstellen befindlichen Kalilauge + Elektricität annehmen, welche sich an dem metallischen Leiter, dem Platinbleche, ansammelt, so daſs an diesem der — elektrische Bestandtheil des Wassers, der Sauerstoff, auftritt, welcher gasförmig entweicht, was so lange unausgesetzt erfolgt, als die an dem in der Kalilauge befindlichen Platinbleche angesammelte + Elektricität sich mit der an dem Platinbleche in der Salpetersäure auftretenden — Elektricität durch metallische

Leiter ausgleichen kann, so lange die Kette geschlossen ist, wogegen beide Elektricitäten, wenn dieser leichtere Weg der Ausgleichung nicht vorhanden, die Kette nicht geschlossen, ist, zurückzugehen genöthigt sind, und sich unmittelbar in den Flüssigkeiten ausgleichen, daher denn auch die Zersetzung des Wassers und die Entwicklung des Sauerstoffgases beim Oeffnen der Kette aufhört, und mit dem Augenblick des Schliefsens sogleich wieder eintritt. Dafs an dem in die Salpetersäure eintauchenden — elektrischen Platinbleche nicht der + Bestandtheil des Wassers, der Wasserstoff, gasförmig entweicht, ist durch das bekannte Verhalten desselben gegen die Salpetersäure hinreichend erklärt. Gegen die Annahme, dafs in der Becquerel'chen Kette der Contact des Platins einerseits mit der Kalilauge, wie andererseits mit der Salpetersäure die Quelle der elektrischen Erscheinungen sey, sprechen die Stärke dieser letzteren und die so bedeutende Menge Sauerstoffgas, welche in der oben beschriebenen Kette erhalten wurde. Die von Nobili vorgerichtete Kette, in welcher die Platinplatten in gleichen Flüssigkeiten, nämlich in Salpeterlösung, eintauchten, ist nichts anderes als eine Becquerel'sche Kette, in welcher die durch Berührung des Aetzkali mit der Salpetersäure erregten Elektricitäten durch die in den Amianthfäden enthaltene leitende Flüssigkeit, nämlich Salpeterlösung, bis zu den Platinplatten fortgeleitet wurden, so dafs diese hier wie dort nur Leiter, nicht Erreger der Elektricitäten sind. Doch ich möchte mir nicht den Vorwurf zuziehen, die Erscheinungen an den auf so verschiedene Weise vorgerichteten Ketten erklären, oder vielmehr einer aufgestellten Ansicht anpassen zu wollen; hier soll nur der Versuch gemacht werden nachzuweisen, dafs die oben erzählten Versuche mit der bisherigen elektrochemischen Theorie nicht im Widerspruch stehen.

Eine ausführlichere Beschreibung der Versuche des

Hrn. Prof. **Moser** wird in dem bald erscheinenden zweiten Theil des Repertoriums der Physik enthalten seyn.

VII. *Ueber den Einfluſs der Wärme auf die Leichtigkeit des Durchgangs elektrischer Ströme durch Flüssigkeiten und Metalle; von Hrn. De la Rive.*

(*Biblioth. univers. Nouv. Ser. T. VII p.* 388.)

Bekanntlich schwächt die Wärme die Elektricitätsleitung der Metalle, während sie umgekehrt die der Flüssigkeiten erhöht. Dieser Unterschied rührt wahrscheinlich davon her, daſs in den Metallen, als einfachen Körpern, die Erhöhung der Temperatur nur eine physische Wirkung, nämlich ein Auseinanderweichen der Theilchen hervorbringt, während sie auf die leitenden Flüssigkeiten, welche zusammengesetzte Körper sind, chemisch wirkt, und so den Durchgang des elektrischen Stromes, der bei zersetzbaren Körpern immer mehr oder weniger mit der Zersetzung selbst verknüpft ist, erleichtern hilft. Die Verschiedenartigkeit in der Wirkung der Wärme rührt also keinesweges her von einem möglichen Unterschiede zwischen dem flüssigen und starren Zustand, sondern davon, daſs die Metalle einfache Körper sind, die leitenden Flüssigkeiten aber zusammengesetzte. Zur Stütze dieser Ansicht diene die Wirkung der Wärme auf das *Quecksilber*, einen einfachen Körper, aber flüssigen Leiter. Ich habe mich überzeugt, daſs Temperatur-Erhöhung die Elektricitätsleitung des Quecksilbers bedeutend verringert, und daſs dasselbe, in dieser Beziehung, in die Reihe der einfachen Leiter und nicht in die der flüssigen Körper gestellt werden muſs, daſs also das Flüssigseyn ohne Einfluſs auf die Erscheinung ist.

Da die Wirkung der Wärme auf Leiter, sowohl auf einfache als zusammengesetzte, demnach wohl erwiesen ist, so schien es mir nicht ohne Interesse zu wissen, welchen Einfluſs eine Temperaturerhöhung auf den Uebergang des elektrischen Stroms aus einem metallischen in einen flüssigen zusammengesetzten Körper haben würde. Wie bekannt verliert der elektrische Strom, so wie er aus einem dieser Leiter in den andern übergeht, einen mehr oder weniger beträchtlichen Theil seiner Intensität; und es fragt sich nun, ob, unter gleichen Umständen, dieser Verlust zu- oder abnehme, wenn man die beiden Leiter in ihren Berührungspunkten erhitzt.

Um diese Frage zu beantworten, tauchte ich zwei ziemlich dicke Platinstreifen mit einem ihrer Enden in ein Gefäſs mit gesäuertem Wasser, und zwar so, daſs ein bedeutender Theil von ihnen auſserhalb der Flüssigkeit blieb. Die Streifen standen senkrecht, möglichst nahe an den Wänden des Gefäſses, das mit der Flüssigkeit ganz gefüllt war; wo sie zur Flüssigkeit heraustraten, waren sie horizontal gekrümmt. Unter jeden Streifen ward eine starke Weingeistlampe gestellt, um den horizontalen Theil desselben, bis dahin, wo er senkrecht herabbog, zu erhitzen und selbst lebhaft zu glühen. Der senkrechte, in die Flüssigkeit getauchte Theil wurde dadurch in hoher Temperatur erhalten, obwohl er nicht geradezu erhitzt wurde, sondern bloſs vermöge seiner Gemeinschaft mit dem horizontalen Theil. Selbst die Flüssigkeit, wo sie den senkrechten Streifen berührte, wurde dermaſsen erhitzt, daſs sie fast zum Sieden kam.

Vor ihrer Erhitzung brachte ich die Streifen in Verbindung, den einen mit dem positiven Pol, den andern mit dem negativen Pol einer schwach geladenen Säule von vier Plattenpaaren, sechszehn Quadratzoll Oberfläche haltend. Ein in die Kette gebrachtes Galvanometer gab 12° für die Intensität des Stromes an. Als ich die Streifen auf oben genannte Weise erhitzte, ohne sonst

etwas an dem Versuche zu ändern, erlangte der Strom allmälig eine Intensität von 30°. Nun löschte ich die Lampe aus, welche den positiven Streifen erhitzte. Das Erkalten dieses Streifens und seine Rückkehr zur gewöhnlichen Temperatur änderten nichts an dem Resultat; der Strom blieb immer 30°. Allein wenn die Lampe unter dem negativen Streifen ausgelöscht wurde, kam der Strom, in dem Maafse als der Streifen erkaltete, auf seine ursprüngliche Intensität, d. h. auf 12°, zurück. Ich zündete nun blofs die Lampe unter dem positiven Streifen wieder an, allein die Ablenkung änderte sich nicht; so wie ich aber auch den negativen Streifen abermals erhitzte, wurde die Ablenkung wieder 30° [1]).

Die Flüssigkeit, in welche die Streifen tauchten, war eine sehr verdünnte Schwefelsäure. Mit sehr verdünnter Salpetersäure erhielt ich dieselben Resultate. Da indefs diese Flüssigkeit leitender ist, als die erstere, so war mit ihr, als sie zu derselben Säule von vier Platten angewandt wurde, die Ablenkung vor der Erhitzung 45° statt 12°. Bei Erhitzung des positiven Streifens wurde die Intensität des Stromes nicht erhöht; so wie ich aber die Lampe unter dem negativen Streifen anzündete, erhielt ich eine Ablenkung von 80°. Diese Ablenkung verringerte sich nicht, wenn die Lampe unter dem positiven Streifen ausgelöscht wurde; allein nach Auslöschung der Lampe unter dem negativen Streifen sank sie bald auf die ursprünglichen 45° herab.

Da der aufserhalb der Flüssigkeit befindliche Theil der Streifen stark erhitzt, also das Leitungsvermögen desselben geschwächt wurde, so scheint es, als hätte daraus eine Abnahme in der Intensität des Stromes erfolgen müssen. Allein diese Abnahme ist hier unmerklich, weil die Streifen sehr breit waren, und sie also, selbst rothglühend, den Strom noch besser leiteten als die Flüssigkeit. Heifs oder kalt kann man sie also bei dem vorstehenden Versuch noch als vollkommene Leiter betrach-

1) Vergl. dies. Annalen, Bd. XV S. 107. P.

ten; blofs die Flüssigkeit, sey es in ihren Berührungspunkten mit den Streifen oder in dem Uebrigen ihrer Ausdehnung, mufste auf die Leichtigkeit des Durchgangs, und folglich auf die Intensität des Stromes einwirken.

Andere Metalle, wie Kupfer, statt des Platins genommen, gaben mir gleiche Resultate; allein die Anwendung von Platin ist vorzuziehen, weil man bei den andern Metallen immer fürchten mufs, dafs durch eine chemische Einwirkung der Flüssigkeiten auf sie die Vorgänge verwickelter werden

Eine andere wichtige Vorsichtsmafsregel ist die, dafs man sich bei den eben beschriebenen Versuchen nur eines etwas schwachen voltaschen Stromes bediene. Der von mir mit Erfolg angewandte entwickelte nur eine sehr geringe, fast unwahrnehmbare Menge Gas an den beiden in die Flüssigkeit getauchten Platinstreifen. Wie schon bemerkt, erzeugte er vor der Erhitzung nur eine Ablenkung von 12° mit der Schwefelsäure. Ein stärkerer Strom, welcher unter denselben Umständen eine Ablenkung von 30° bis 50° hervorbrachte, gab nicht die oben beschriebenen Erscheinungen, wenigstens nicht in einer recht merklichen Weise. Diefs ist nicht überraschend, denn man weifs, wie ich in früheren Untersuchungen gezeigt habe, dafs ein Strom, je schwächer er ist, desto leichter influencirt wird durch geringe Veränderungen in dem von ihm durchlaufenen Leiter, und dafs umgekehrt, je stärker er ist, desto weniger merklich die Unterschiede werden, welche in seiner Fähigkeit, unähnliche Leiter oder Systeme von Leitern zu durchdringen, vorhanden seyn können.

Ich kann diese Notiz nicht schliefsen, ohne zu bemerken, dafs der Unterschied, welcher, den obigen Versuchen gemäfs, hinsichtlich des Einflusses der Wärme auf die Leichtigkeit des Uebergangs der Ströme in eine Flüssigkeit, zwischen dem positiven und dem negativen Pol besteht, ein nicht unwichtiger ist. In der That

scheint er bis zu einem gewissen Punkt die Wirkung der Wärme mit der *Richtung* des Stroms zu verknüpfen. Und wenn wir annehmen, wie es gewöhnlich geschieht, daſs der Strom in der Flüssigkeit vom positiven Pol zum negativen geht, so können wir sagen, daſs die Temperatur-Erhöhung ohne Einfluſs sey auf den Uebergang des Stroms aus einem Metall in eine Flüssigkeit, daſs er aber den Uebergang desselben aus einer Flüssigkeit in ein Metall erleichtere.

Wenn man viele Thatsachen, wie die in dieser Notiz beschriebenen, d. h. Thatsachen, welche an dem elektrischen Strom, je nach seiner Richtung, verschiedene Eigenschaften erweisen, zusammenstellt, wird es gelingen, die Natur dieses Stroms und die durch seinen Durchgang in den Körpern bedingten Abänderungen einigermaſsen kennen zu lernen. Schon hat man bemerkt, daſs der Strom das von ihm durchdrungene Wasser und kleine darin schwebende Körper vom positiven Pol zum negativen treibt. Eben so hat man bemerkt, daſs die Bewegungen und die Gestalt von Quecksilberkügelchen, die sich in dem von einem Strom durchlaufenen Wasser befinden, verknüpft sind mit der Richtung dieses Stromes. Endlich weiſs man, daſs es unipolare Leiter giebt, welche die Elektricität des einen Pols entladen können, aber nicht die des andern. Jedenfalls giebt es der Thatsachen, wie die eben von uns aufgezählten, noch nicht viele, und wir glauben daher, daſs Physiker, die sich mit der Elektricität beschäftigen, der Wissenschaft einen wahren Dienst erweisen würden, wenn sie die Zahl derselben zu vermehren suchen wollten.

VIII. *Ueber eine Methode das Kobaltoxyd, so wie das Nickeloxyd und Manganoxydul vom Eisenoxyd, von der Arsenik- und arsenigen Säure zu trennen; von Th.* Scheerer,

Hüttenmeister auf Modum's Blaufarbenwerk in Norwegen [1]).

Die analytische Chemie giebt hauptsächlich zwei Methoden an, um die Trennung des Eisenoxyds vom Kobaltoxyd zu bewirken. Die eine derselben, durch kaustisches Ammoniak, ist jedoch unvollkommen, da das auf diese Weise abgeschiedene Eisenoxyd stets eine nicht unbedeutende Menge Kobaltoxyd enthält, wovon man sich leicht durch das Löthrohr überzeugen kann. Die andere Methode, bei welcher die Trennung durch bernsteinsaures Ammoniak bewirkt wird, welches man zur neutralisirten Auflösung der beiden Metalloxyde setzt, ist, obgleich genau, doch schwierig, zeitraubend und kostbar. Bei wiederholten Untersuchungen von Kobaltschlichen auf ihren Kobaltgehalt, war es mir daher wünschenswerth eine andere Trennungsart aufzufinden, welche Kürze und Billigkeit mit der erforderlichen Genauigkeit verbände. Das Resultat von mehreren in dieser Absicht angestellten Versuchen habe ich in dem Folgenden beschrieben.

Beide Oxyde müssen, damit diese Methode angewendet werden kann, entweder in Schwefel- oder Salzsäure, oder in einer Mischung von beiden aufgelöst seyn; die Gegenwart der Salpetersäure mufs dagegen vermieden werden. Man fügt darauf, unter fleifsigem Umrühren, so lange kaustisches Kali zur sauern Auflösung, bis diese auf ein blaues Lackmuspapier nur schwach sauer reagirt. Diefs ist der Fall, wenn das Papier beim auf-

1) Aus dem norwegischen *Journal for Naturvidenskaberne*, vom Verfasser mitgetheilt.

fallenden Licht eine kaum kenntliche Röthe zeigt, gegen das Licht gehalten, aber deutlich violett gefärbt erscheint. Um diesen Neutralisationspunkt nicht zu überschreiten, mufs man natürlich zuletzt ein verdünntes kaustisches Kali anwenden. Sollte man gleichwohl zu viel Kali angewendet haben (dafs sich keine saure Reaction mehr zeigt), so braucht man nur so viel Schwefel- oder Salzsäure zuzusetzen, bis sich, nach einigem Umrühren, die saure Reaction von Neuem zeigt, nicht aber den ganzen Niederschlag wieder aufzulösen.

Bei dieser theilweisen Sättigung wird das Eisenoxyd als basisch schwefelsaures $[\dddot{\overline{Fe}}\dddot{S}^3 + 5\dddot{\overline{Fe}}]$ oder salzsaures niedergeschlagen, je nachdem beide Oxyde in der einen oder andern Säure aufgelöst gewesen waren. Die saure Reaction dient hierbei als Zeichen, dafs noch nicht alles Eisensalz zersetzt worden ist, indem das neutrale schwefelsaure oder salzsaure Kobaltoxyd durchaus keine Einwirkung auf das Lackmuspapier ausübt.

Ist die Neutralisation bis zu dem erwähnten Grad gebracht, welches in einer halben Stunde geschehen kann, so enthält die Auflösung nur noch einen kleinen Theil Eisenoxyd, während keine Spur von Kobaltoxyd mitgefällt ist. Um nun auch diese letzte Quantität des ersteren wegzuschaffen, wird die Auflösung mit Wasser verdünnt, und darauf, sammt dem darin befindlichen Niederschlage, bis zum Kochen erhitzt. Da diefs am bequemsten in einer Porcellanschale geschehen kann, so ist es gut, wenn man schon die vorhergehende Sättigung in einer solchen vornimmt. Das Kochen braucht nicht fortgesetzt zu werden, da schon beim Eintreten des Kochpunktes jene letzte kleine Menge des Eisenoxydes als basisches Salz gefällt wird [1]). Man filtrirt nun die ko-

1) Das Nähere des Verhaltens beim Kochen der Auflösungen von Eisen- und anderen Metallsalzen, sowohl für sich, als in Vermischung mit andern Salzauflösungen, behalte ich mir vor in einer späteren Abhandlung mitzutheilen.

chendheiſse Solution, und wäscht das basische Eisensalz mit kochendem Wasser aus. Aus dem Filtrirten fällt man das Kobaltoxyd auf die bekannte Weise durch kaustisches Kali. Um nun auch das Eisenoxyd als solches bestimmen zu können, übergieſst man es auf dem Filtrum mit kaustischem Ammoniak, wodurch es, nach erfolgter Auswaschung, von jeder Spur von Schwefel- oder Salzsäure befreit wird.

Die Gegenwart der Salpetersäure muſs darum bei dieser Trennungsart vermieden werden, weil das sich hierbei bildende basisch salpetersaure Eisenoxyd etwas auflöslich in reinem Wasser ist, und selbst in solchem, welches nur wenige Salztheile enthält, also beim Auswaschen theilweis durch das Filtrum gehen würde. Basisches Chloreisen ist zwar ebenfalls in reinem Wasser löslich; allein nicht in dem Grade, wie das basisch salpetersaure Salz. Sobald man nur das Auswaschen einigermaſsen beschleunigt, glückt die Trennung vollkommen. Will man jedoch völlig sicher gehen, so ist es anzurathen, entweder bloſs Schwefelsäure anzuwenden, oder die saure, mit Schwefelsäure versetzte Lösung so lange einzudampfen, bis sich Dämpfe von Schwefelsäure zeigen. Geschieht die Neutralisation mit Ammoniak, anstatt mit kaustischem Kali, so glückt die Trennung ebenfalls; allein man kann das Kobaltsalz, wegen der Gegenwart des Ammoniaks, dann nicht durch Kali niederschlagen, und muſs die viel umständlichere Methode mit Schwefelammonium anwenden. Die Neutralisation mit Ammoniak ist also nicht vortheilhaft.

Auf die beschriebene Art habe ich mehrfache Kobaltschlichproben vorgenommen, ohne daſs ich je eine Verunreinigung des einen Oxyds durch das andere entdecken konnte. Zur Untersuchung des Eisenoxydes auf Kobaltoxyd bediente ich mich der Löthrohrprobe; allein jedesmal war die durch Zinn reducirte Boraxperle vitriolgrün. Um die erhaltene Kobaltauflösung auf Eisen-

oxyd zu untersuchen, ward zu derselben eine hinreichende Menge Chlorammonium gefügt, und darauf kaustisches Ammoniak, ohne dafs hierbei ein Niederschlag von Eisenoxyd sichtbar wurde. Selbst Galläpfeltinktur veränderte die Farbe der Auflösung in keinem merkbaren Grade.

Ueberdenkt man diese Trennungsmethode näher, so sieht man leicht, dafs dieselbe keine mathematische Genauigkeit haben kann. Könnte man nämlich bei der beschriebenen Sättigung den vollkommenen Neutralisationspunkt erreichen, so würde in diesem Fall alles Eisenoxyd gefällt und alles Kobaltoxyd aufgelöst seyn. Um sich aber zu versichern, dafs man diesen Punkt nicht überschreitet, d. h. dafs man kein Kobaltoxyd fällt, mufs die Reaction der Auflösung zuletzt noch in einem möglichst geringen Grade sauer seyn. Diejenige Quantität von Eisenoxyd, welche dann noch aufgelöst ist, ist höchst unbedeutend, und wird es noch mehr, indem durch das Kochen der verdünnten Auflösung der *bei weitem gröfsere* Theil desselben niedergeschlagen wird. Dieser Theil ist um so gröfser, je mehr die Auflösung verdünnt worden ist. Wenn ich also sage, dafs ich die Kobaltauflösung durch keine Spur von Eisen verunreinigt fand, so heifst diefs, dafs die Menge des letzteren so unbedeutend war, dafs sie sich durch die gewöhnlichen Reagenzien nicht mehr erkennen liefs.

Die Trennung der Arsenik- oder arsenigen Säure vom Kobaltoxyd, deren ich mich bediente, ist hauptsächlich nur anwendbar, wenn es allein gilt, reines Kobaltoxyd zu erhalten, nicht aber die Quantität der einen der genannten Säuren und die des Eisenoxydes zu bestimmen. Dieselbe geschieht zugleich bei der oben beschriebenen Neutralisation, indem, wenn Arsenik- oder arsenige Säure in der Auflösung ist, nicht allein basisch schwefelsaures oder salzsaures Eisenoxyd, sondern auch arseniksaures oder arsenigsaures Eisenoxyd gefällt wird.

Nur ist hierbei zu erinnern, dafs die Auflösung ein Kobaltminerals oder Kobaltschliches, häufig mehr v einer jener Säuren enthält, als erforderlich ist, um n dem Eisenoxyd eine Verbindung einzugehen. Man sie diefs daran, dafs bei der ersten Hinzufügung von K kein dunkelbrauner, sondern ein lichter Niederschlag en steht, in welchem Falle man so lange schwefelsaur oder salzsaures Eisenoxyd zur Auflösung fügt, bis d erstere stattfindet. Achtet man nicht hierauf, so wi der durch Neutralisation hervorgebrachte Niederschl kobalthaltig.

Der kürzeste Weg nun, besonders im Grofsen, re nes Kobaltoxyd zu bereiten, ist unläugbar der, welch Liebig angegeben hat; doch hat es mir nicht glück wollen, durch diese Methode ein genaues, *analytisch* Resultat zu erhalten. Bei einem schwachen Hitzgrad i das erhaltene Kobaltoxyd stets eisenhaltig, und bei e nem stärkeren werden beide Oxyde unrein. Man ka aber, selbst wenn es sich um analytische Reinheit ha delt, dennoch die Zusammenschmelzung mit saurem schw felsauren Kali anwenden, wenn man nur die saure Au lösung dieser Masse mit kaustischem oder selbst kohle saurem Kali neutralisirt.

Ganz auf gleiche Weise, wie die Trennung des K baltoxydes vom Eisenoxyde, der Arsenik- und arsenig Säure hier beschrieben wurde, kann die Trennung d Nickeloxydes und Manganoxyduls von letzteren dr Substanzen geschehen. Besonders die Abscheidung d Nickeloxydes und Manganoxyduls ist für die analytisc Chemie von Wichtigkeit.

Um das Nickeloxyd vom Eisenoxyd zu trennen, b dient man sich gewöhnlich der Methode mit kaustische Ammoniak, wobei man jedoch stets ein nickelhaltig Eisenoxyd erhält. Mit bernsteinsaurem Ammoniak glück die Trennung noch weniger. Wendet man dagegen d beschriebene Methode an, so erhält man ein völlig ni

kelfreies Eisenoxyd, und ein Nickeloxyd, bei dem man die Gegenwart des Eisenoxyds nicht durch Galläpfeltinktur nachweisen kann. Eben so befriedigend ist das Resultat, welches man beim Manganoxydul erhält. Nur einige Male erhielt ich ein Eisenoxyd, welches, mit Salpeter und Soda auf dem Platinblech geschmolzen, eine kaum bemerkbare Bläue zeigte, was wahrscheinlich von einem mangelhaften Auswaschen herrührte.

Anhang.

Eine quantitative Untersuchung auf Kobaltoxyd wird dadurch verlängert, dafs man das erhaltene Oxyd erst durch Wasserstoffgas reduciren mufs. Schneller kommt man zum Ziele, wenn man das Kobaltoxyd mit einer gewogenen Menge geschmolzenen sauren phosphorsauren Natrons zusammenschmelzt, wobei aller überschüssige Sauerstoff, den das Oxyd beim Glühen aufgenommen hat, fortgeht. Das Gewicht der beiden zusammengeschmolzenen Körper, das des phosphorsauren Natrons abgezogen, ist unmittelbar das Gewicht des Kobaltoxydes. Man hat jedoch hierbei zu beobachten:

1) Die Zusammensetzung darf nur in einem Glasgefäfs geschehen, welches am bequemsten die Form wie Fig. 7 Taf. I hat. Sehr gut kann man hierzu den untersten abgeschnittenen Theil eines Probirglases benutzen. Man setzt dieses Glas senkrecht in einen Platintiegel, dessen Boden mit gut ausgeglühtem Sand überstreut ist, um zu verhindern, dafs das Glas an den Tiegel festschmilzt. Ein Glasgefäfs ist darum erforderlich, weil Platin von der schmelzenden Masse angegriffen wird, und Porcellantiegel gewöhnlich springen.

2) Das hierzu nöthige saure phosphorsaure Natron erhält man durch Schmelzen eines kochsalzfreien phosphorsauren Natronammoniaks, und dasselbe mufs so lange in einem bedeckten Platintiegel ausgeglüht werden, bis es nichts mehr am Gewichte verliert, welches der Fall

ist, sobald keine Gasentwicklung mehr bemerkt wird. Dasselbe mufs in einer wohlzuverschliefsenden Flasche verwahrt werden. Will man es anwenden, so wiegt man davon ungefähr das Fünffache der Quantität des Kobaltoxydes ab, welche zur weiteren Untersuchung bestimmt ist, bringt es in den Apparat, und erhitzt diesen um jede Spur von hygroskopischer Feuchtigkeit zu vertreiben, allein nicht so stark, dafs das phosphorsaure Natron schmilzt. Hierauf tarirt man den Apparat genau, fügt das vorher abgewogene Kobaltoxyd hinzu, und erhitzt den Apparat gradweis so lange, bis alle Gasentwicklung aufgehört hat. Es trifft zuweilen, dafs einige Gasblasen fest am Glase hängen bleiben, und sich selbst bei der stärksten Hitze, die man vermittelst einer Berzelius'schen Spirituslampe hervorbringen kann, sich nicht von demselben trennen. Die Operation kann jedoch als beendigt angesehen werden, sobald man nicht mehr die Entwicklung neuer Gasblasen bemerkt. Man erhält, bei Beobachtung der angegebenen Vorsichtsmafsregeln, auf diese Weise ein zuverlässigeres Resultat, als bei der Reduction mit Wasserstoffgas, da es bei letzterer leicht geschieht, dafs ein kleiner Theil des Oxyds nicht reducirt wird.

Setzt man diese Methode, das Kobaltoxyd zu bestimmen, in Verbindung mit der erst beschriebenen, dasselbe vom Eisenoxyd, der Arsenik- und arsenigen Säure zu trennen, so braucht man kaum mehr als den vierten Theil von der Zeit, welche hingeht, wenn man die Arseniksäure mit Schwefelwasserstoffgas fällt, das Eisenoxyd vermittelst bernsteinsauren Ammoniaks trennt, das Kobaltoxyd durch Schwefelammonium niederschlägt, und das zuletzt erhaltene Kobaltoxyd durch Wasserstoffgas reducirt. Zugleich ist es klar, dafs man bei diesem längeren Procefs viel mehr einigem Verlust ausgesetzt ist, als wenn man den weit kürzeren anwendet.

IX. *Ueber die einfachen und doppelten Cyanmetalle; von Carl Rammelsberg in Berlin.*

Die zahlreiche Klasse derjenigen Doppelverbindungen, welche durch die Vereinigung zweier einfachen Haloïdsalze eines und desselben Salzbildners entstehen können, ist in neuerer Zeit von ausgezeichneten Chemikern untersucht worden. So hat Polydore Boullay die Doppeljodüre, P. A. von Bonsdorff die Doppelchlorüre und Bromüre beschrieben, und auch in Betreff der Fluormetalle haben wir ähnliche Verhältnisse durch Berzelius's wichtige Abhandlung über die Flufsspathsäure kennen gelernt.

Wenn das Cyan in allen Beziehungen mit den genannten einfachen Salzbildnern die gröfste Analogie verräth, und sich diefs namentlich in seinen Salzen ausspricht, so schliefst es sich ihnen dadurch noch enger an, dafs diese Salze sich ebenfalls unter einander verbinden können, und Doppelsalze liefern, in denen die Bestandtheile nicht selten durch eine weit stärkere Affinität zusammengehalten werden, als in den einfachen Cyanüren. Von allen diesen Doppelsalzen haben indefs diejenigen, welche die Cyanüre des Eisens liefern fast ausschliefslich die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und da sie zum Theil von technischer Wichtigkeit sind, zahlreiche Untersuchungen von vielen Chemikern, wie von Ittner, L. Gmelin, Porret, Thomson, Robiquet, Döbereiner, insbesondere aber von Berzelius veranlafst; ihre Eigenschaften und ihre Zusammensetzung sind deswegen so genau bekannt, dafs darüber kein Zweifel mehr obwaltet. Diefs gilt jedoch keinesweges von allen übrigen Doppelcyanüren, deren Zahl nicht unbeträchtlich ist, und es sind vorzugsweise ältere Ar-

beiten, welche dieses Feld der Untersuchungen betreffen. v. Ittner hat zuerst gezeigt, dafs die Cyanüre des Goldes, Silbers, Platins und Kupfers sich mit dem Cyankalium zu krystallisirbaren Doppelsalzen verbinden können; L. Gmelin hat beim Palladium, Quecksilber, Zink, Mangan und Kobalt, Wöhler beim Nickel, und Booth beim Iridium dasselbe Verhältnifs nachgewiesen. Da indefs eine nähere Kenntnifs der Eigenschaften vieler dieser Salze, so wie die ihrer chemischen Zusammensetzung, welche bisher vermifst wurde, nicht ohne Interesse zu seyn schien, so habe ich mich bemüht, diese Punkte, namentlich den zuletztgenannten, durch einige Untersuchungen festzustellen.

In einer früheren Abhandlung [1]) habe ich das *Cyancadmium* und dessen Verbindungen mit anderen Cyanüren, insbesondere mit Cyankalium, beschrieben, und ferner gezeigt, dafs diefs letztere, so wie die Doppelsalze des *Cyankaliums* mit *Cyanzink*, *Cyannickel*, *Cyansilber* und *Cyanquecksilber*, sämmtlich nach der allgemeinen Formel K€y + x€y zusammengesetzt sind, worin x eins der genannten Metalle bedeutet. Dem über diese Salze Angeführten habe ich noch einiges hinzuzufügen.

Natriumzinkcyanür wird auf gleiche Art, wie das Kaliumsalz, vermittelst Cyannatrium dargestellt. Dieses Letztere war durch Sättigen der reinen Cyanwasserstoffsäure mit Kalkerde, und Zerlegung des entstandenen Cyancalcium durch kohlensaures Natron erhalten worden. Die Auflösung des gebildeten Zink-Doppelcyanürs liefert erst nach starker Concentration Krystalle in der Gestalt glänzendweifser Blättchen, deren genauere Form sich nicht erkennen liefs. Die Eigenschaften dieses Salzes sind im Allgemeinen die des Kaliumzinkcyanürs; nur ist es viel leichter löslich in Wasser, und enthält dasselbe im gebundenen Zustande, verliert es jedoch, wie es

1) Diese Annalen, Bd. XXXVIII S. 364.

es scheint vollständig, bei einer Temperatur von 200° C. Der Gewichtsverlust betrug in zwei Versuchen 21,709 und 23,88 Proc. Die Analyse des entwässerten Salzes geschah auf die beim Kaliumzinkcyanür angeführte Art.

I. 0,458 Grm. gaben 0,2194 Zinkoxyd =0,17584 Zink, und 0,21 schwefelsaures Natron =0,068478 Natrium.

II. 0,51 lieferten 0,475 schwefelsaures Zinkoxyd =0,190695 Zink, und 0,26 schwefelsaures Natron =0,08478 Natrium.

Wir haben folglich in 100 Theilen:

	Beobachtet.		Berechnet.	
	I.	II.		
Zink	38,393	37,391	38,650	=2 At.
Natrium	14,951	14,624	13,938	=1 -
Cyan			47,422	=6 -
			100	

oder eine Verbindung von 2 At. Cyanzink und 1 At. Cyannatrium, womit im krystallisirten Salze 5 At. Wasser verbunden zu seyn scheinen, welche alsdann 21,227 Proc. ausmachen müfsten. Der Mangel an Uebereinstimmung zwischen dem gefundenen und berechneten Resultate liegt ohne Zweifel in einer kleinen Menge kohlensauren Natrons, die dem untersuchten Salze stets beigemengt war.

Bariumzinkcyanür, fällt als ein, in Wasser sehr schwerlösliches, weifses Pulver nieder, wenn man die Auflösung des Kaliumsalzes mit essigsaurem Baryt versetzt. Die Analyse zeigte, dafs das Salz wasserfrei ist, und ergab einen Gehalt an Kalium von 0,485 Proc. Die Quantitäten des Zinks und Baryums erlaubten nur eine Annäherung an die Formel Ba€y+2Zn€y.

In Betreff des *Bleizinkcyanürs*, welches vermittelst essigsauren Bleioxyds wie das vorige dargestellt wurde, und demselben ganz ähnlich ist, will ich nur bemerken,

dafs es kein Alkali in seiner Zusammensetzung enthält. Im Uebrigen dürften die analytischen Resultate für beide Salze keinen gröfseren Werth haben, als die für die entsprechenden des Cadmiums, da sie ebenfalls beim Auswaschen zersetzt zu werden scheinen.

Das zu allen diesen Versuchen angewandte *Cyanzink* ist, der Untersuchung zufolge, wasserfrei, und enthält 55,758 Proc. Zink, entsprechend der Formel Zn€y.

Kaliumnickelcyanür. A. a. O. beschrieb ich ein Salz, entsprechend der Formel 2(K€y+Ni€y)+$\dot{H}$. Später habe ich gefunden, dafs unter gewissen Umständen aus der Auflösung das Salz mit einem doppelt so grofsen Wassergehalt anschiefst; denn es gab in diesem Fall in zwei Versuchen 6,543 Proc. und 6,615 Proc. Wasser, was 1 At. Wasser (=6,892 Proc.) gegen 1 At. des wasserfreien Salzes ausmacht. Das letztere gab 32,822 Proc. Kalium und 24,792 Proc. Nickel, woraus die Identität mit dem früher beschriebenen Salze hervorgeht. Die Krystalle besitzen eine mehr in das Braune ziehende Farbe, während die des weniger Wasser enthaltenden Salzes mehr orangefarbig erscheinen. Vielleicht gehören auch jene dem von Wöhler [1]) zuerst beschriebenen Salze an, obwohl derselbe darin nur 5 Proc. Krystallwasser gefunden hat.

Natriumnickelcyanür. Auch diefs ist schon von Wöhler untersucht worden, welcher es durch Zerlegung der Calciumverbindung vermittelst kohlensauren Natrons darstellte. Ich habe mich der bei dem Natriumzinkcyanür angeführten Methode bedient. Es bildet gelbrothe, langsäulen- und nadelförmige Krystalle, und verliert (schon unter 150° C.) 20,731 Proc. Wasser, während der Rest 1 Atom eines jeden Cyanürs enthält. Dieser Wassergehalt nähert sich 3 Atomen (=20,354 Proc.); Wöhler dagegen hat 22 Proc. gefunden, was

1) Berzelius [illegible] S. 406.

er bei der von ihm supponirten Zusammensetzung für das wasserfreie Salz zu 5 At. berechnet.

Cyannickel. Wenn man essigsaures Nickeloxyd mit Cyanwasserstoffsäure vermischt, so erfolgt bekanntlich ein hellgrüner Niederschlag, welcher nach dem Trocknen eine dunkelgrüne spröde Masse liefert, und neben dem Cyannickel noch Wasser enthält, welches chemisch gebunden ist, da es unter 100° C. gar nicht, vollständig erst zwischen 180° und 200° abgegeben wird, während das wasserfreie Salz mit gelbbrauner Farbe übrig bleibt. Die Quantität des Wassers fand ich in drei Versuchen zu 18,688; 18,972; 19,414 Proc. Da das entwässerte Salz, welches bei der Analyse 53,645 Proc. Nickel lieferte, sich als Ni Cy erwies, so scheint diefs Wasser 1 ½ At. zu betragen, indem es in diesem Fall 19,43 Proc. hätten seyn müssen.

Kobalt.

Cyankobalt. Eine dem Oxyde ($\dot{C}o$) entsprechende Verbindung läfst sich, wie Wöhler zuerst gezeigt hat, am reinsten auf die beim Cyanzink und Cyannickel angeführte Art darstellen. Getrocknet ist es ein zimmtbraunes Pulver, welches bei einer Temperatur über 100° C., unter Verlust einer ansehnlichen Wassermenge, eine lebhaft blaue Farbe annimmt. Stellt man den Versuch beim Ausschlufs der Luft, in einer kleinen Retorte, an, so kann man die Temperatur bis fast 300° erhöhen, ohne dafs eine Zersetzung des Cyankobalts einträte. Beim Zutritt der Luft hingegen entzündet es sich leicht, schon bei 250°, und verglimmt mit vielem Glanz, eine poröse, schwarze Masse (Kohlenstoffkobalt) hinterlassend. Einem Versuche zufolge beträgt der Gewichtsverlust, bei 280°, 32,281 Proc. Da nun das wasserfreie Salz 1 At. Metall gegen 2 At. Cyan enthält (in sofern es bei der Analyse 33,983 bis 34,214 Proc. Kobalt lieferte), so kann man im wasserhaltigen 3 Atome

Wasser annehmen, welche sich zu 32,56 Proc. berechnen würden, um so mehr, als die gefundene Menge des Kobalts etwas niedriger als die berechnete (35,608 Proc.) ist, und daraus zu folgen scheint, dafs das Salz noch eine kleine Quantität Wasser bei der angegebenen Temperatur zurückgehalten habe.

Die Darstellung einer dem Superoxyd ($\dddot{Co}$) entsprechend zusammengesetzten Verbindung gelang auf directem Wege nicht, obwohl dieselbe in dem von L. Gmelin entdeckten *Kaliumkobaltcyanid* enthalten ist. Wenn man nämlich das oben beschriebene Cyankobalt mit Cyanwasserstoffsäure übergiefst, und sodann mit Kali neutralisirt, so löst sich ersteres mit grofser Leichtigkeit auf; dampft man die gelbliche Lösung ein, so schiefst das Doppelcyanür nach dem Erkalten an. L. Gmelin hat gezeigt [1]), dafs die Umwandlung des angewandten Cyankobalts von einer Wasserstoffgasentwickelung begleitet ist. Das Kaliumkobaltcyanid krystallisirt, nach der Untersuchung des Hrn. Profess. Mitscherlich, in der Form des rothen Kaliumeisencyanids, mit dem es in den Zusammensetzungsverhältnissen übereinstimmt. Da diese letzteren schon von dem Entdecker untersucht worden sind, so dürfte es fast überflüssig erscheinen, sie von Neuem zu erörtern. Ich begnüge mich deshalb, hier nur die Resultate einer Analyse mit den von Gmelin gefundenen und den berechneten Zahlen zusammenzustellen, woraus sich die genügendste Uebereinstimmung ergiebt:

		Gmelin.	Rechnung.	
Kobalt	17,888	17,19	17,624	= 2 At.
Kalium	35,313	35,23	35,102	= 3 -
Cyan			47,274	=12 -
			100	

woraus die Formel $3KCy + CoCy^3$ folgt.

Ich will hier noch erwähnen, dafs der Kobaltgehalt

1) Dessen Handbuch, Bd. I S. 1206.

auf die Art bestimmt wurde, dafs das mit Schwefelsäure eingekochte Salz in Wasser gelöst und mit Ammoniumsulfhydrat gefällt, das Schwefelkobalt alsdann in Königswasser gelöst, mit Schwefelsäure versetzt und im Platintiegel bis zum schwachen Glühen erhitzt wurde. Aus dem Gewicht des schwefelsauren Kobaltoxyds ergab sich die Menge des Kobalts.

Mangan.

Das dem Oxydul entsprechende Cyanür liefs sich nicht in einem zur Untersuchung geeigneten Zustande darstellen, da der graugrüne Niederschlag, welcher beim Vermischen eines aufgelösten Manganoxydulsalzes mit Cyankalium niederfällt, sich bei Berührung mit der Luft augenblicklich braun färbt; ein Verhalten, welches eine geringe Verwandtschaft des Mangans zum Cyan anzudeuten scheint.

Kaliummangancyanid. Wenn man bei der Fällung des eben erwähnten Mangancyanürs einen grofsen Ueberschufs von Cyankalium anwendet, so wird ein gewisser Antheil des entstandenen Niederschlags von letzterem wieder aufgelöst; ein anderer bleibt aber zurück, wie grofs auch immer die Menge des Cyankaliums seyn mag. Ich bediente mich zur Darstellung des Doppelcyanürs gewöhnlich des essigsauren Manganoxyduls, dessen concentrirte Auflösung mit einer ansehnlichen Menge Cyanwasserstoffsäure vermischt, und sodann mit Kali neutralisirt wurde. Die so erhaltene Flüssigkeit erscheint nach dem Filtriren farblos oder schwach gelblich; dampft man sie aber sehr gelinde ein, so tritt sehr bald ein Zeitpunkt ein, in welchem sie plötzlich eine dunkelrothbraune Farbe annimmt, während sich eine schwarzbraune Substanz ausscheidet, die sich in jeder Hinsicht wie Manganoxydhydrat verhält. Diese Erscheinung findet, wie ich mich überzeugt habe, immer statt, das Verdampfen der Flüssigkeit mag beim Zutritt oder Ausschlufs der Luft

geschehen. Wird letztere nach hinlänglicher Concentration filtrirt, so krystallisirt beim Erkalten ein Doppelcyanür heraus, welches, in Folge der sogleich anzuführenden Analysen, ein dem Manganoxyde entsprechendes Mangancyanid enthält. Es läfst sich nun wohl annehmen, dafs die Flüssigkeit, so lange sie ungefärbt ist, Mangancyanür in Verbindung mit Cyankalium enthält; dafs sich dasselbe jedoch beim Abdampfen unter Mitwirkung des Wassers so zerlegt, dafs Mangancyanid ($\text{Mn}\,\text{Cy}^3$) und Manganoxyd entstehen, während zugleich Wasserstoffgas frei wird. Es würde mithin hier ein ähnlicher Vorgang wie beim Auflösen des Kobaltcyanids ($\text{Co}\,\text{Cy}$) in Cyankalium anzunehmen seyn, wo das erstere in $\text{Co}\,\text{Cy}^3$ verwandelt wird, und zwar, wie L. Gmelin fand, unter Entwicklung von Wasserstoffgas. Diefs wird um so wahrscheinlicher, als wir in dem Mangandoppelcyanür das vollständigste Analogon jenes Kobaltsalzes und zugleich des rothen Kaliumeisencyanids finden, sowohl was die Zusammensetzung, als auch die Krystallform betrifft.

Die Krystalle sind von braunrother Farbe, in der Regel aber sehr klein; leicht in Wasser löslich. Die Auflösung wird von Säuren zersetzt und Cyanwasserstoffsäure frei gemacht. Alkalien scheinen keine Wirkung auszuüben. Ammoniumsulfhydrat schlägt nur langsam und schwierig einen Theil des Mangans nieder, was jedoch sogleich und in reichlichem Maafse stattfindet, sobald man die Auflösung zuvor mit einer Säure vermischt und zum Kochen erhitzt hat. In den Auflösungen von Metallsalzen bewirkt auch dieses Doppelcyanür Niederschläge, welche meist eigenthümlich gefärbt sind. So werden z. B. Kupferoxydsalze grau, Bleisalze braun, Manganoxydulsalze röthlichgelb (vielleicht ein Cyanür-Cyanid), Eisenoxydulsalze lebhaft blau, Eisenoxydsalze dagegen nicht gefällt. In salpetersaurem Silberoxyd erfolgt ein gelbbrauner Niederschlag, welcher, bei einem

rschufs des Silbersalzes und auf Zusatz einiger Tro-
Salpetersäure, eine zinnoberrothe Farbe annimmt,
edoch schon beim Auswaschen in's Braune über-
In höherer Temperatur zersetzt sich das Kalium-
ıncyanid sehr bald; es schwärzt sich, entwickelt ge-
lich eine kleine Menge Cyanwasserstoffsäure, und
läfst nach dem Glühen einen braunrothen alkali-
Rückstand.

Die Analyse des Salzes geschah auf folgende Art:
Grm. wurden einer Temperatur von 200° ausge-
sie verloren indefs dadurch nichts an Gewicht. Sie
en nun im Platintiegel mit Schwefelsäure übergos-
und, nachdem die erste heftige Einwirkung vorüber
erhitzt, und zwar so lange, bis der Ueberschufs
inzugesetzten Säure wieder fortgeraucht war. Die
ne Masse wurde in Wasser gelöst und eine hin-
ende Menge Ammoniumsulfhydrat hinzugefügt. Das
rgefallene Schwefelmangan lieferte, nachdem es in
wasserstoffsäure aufgelöst, kochend mit kohlensau-
Kali gefällt, und der Niederschlag nach dem Aus-
en und Trocknen geglüht worden, 0,145 Mangan-
il, welches 0,10548 oder 17,522 Proc. Mangan ent-
it. Die vom Schwefelmangan abfiltrirte Flüssigkeit
ach dem Abdampfen, Glühen des Rückstandes und
rnung des Säureüberschusses vermittelst kohlensau-
mmoniaks, 0,472 schwefelsaures Kali, worin 0,25519
=0,211939 Kalium enthalten sind, welche 35,205
vom Salze ausmachen.

Bei einer zweiten Analyse wurden aus 0,647 Grm.
alzes 0,293 wasserfreies schwefelsaures Manganoxy-
rhalten, in sofern hier das Schwefelmangan in schwe-
res Manganoxydul verwandelt und letzteres im Pla-
gel bis zum Glühen erhitzt wurde. Die angeführte
e enthält 0,1379 Manganoxydul oder 0,107 Mangan,
echend 16,537 Proc. Das, wie zuvor bestimmte
felsaure Kali wog 0,514, worin 0,2779 Kali oder

0,230798 Kalium, d. h. 35,672 Proc. vom Salze enthalten sind.

Wir stellen hier die Resultate beider Analysen einer daraus abgeleiteten theoretischen Zusammensetzung des Salzes gegenüber:

	Versuch. I.	Versuch. II.	Rechnung.	
Mangan	17,522	16,557	16,705	= 2 At
Kalium	35,205	35,672	35,492	= 3 -
Cyan			47,803	=12 -
			100.	

Hieraus ergiebt sich, in Uebereinstimmung mit den entsprechenden Eisen- und Kobaltsalze, die Formel

$$3\,K\,Cy + Mn\,Cy^3.$$

Kupfer.

Nächst dem Eisen scheint kein Metall in Betref seiner Verbindungen mit Cyan und den daraus hervor gehenden Doppelcyanüren so mannigfache Producte zu liefern als das Kupfer. Wie bei jenem finden wir auch hier ein Cyanür, ein Cyanid und ein Cyanür-Cyanid freilich nicht von entsprechender Zusammensetzung, ob wohl der merkwürdige Umstand eintritt, dafs die beiden erstgenannten sowohl beim Eisen, als auch beim Kupfer ziemlich feste Verbindungen sind, während das Cyanid beim Eisen gar nicht, keim Kupfer nur sehr vorüberge hend in fester Form zu existiren scheint.

Kupfercyanür. Unter den verschiedenen Methoden welche man zu seiner Darstellung vorgeschlagen hat scheint mir diejenige die vorzüglichste zu seyn, nach welcher man Kupferchlorid (durch Auflösen von Kupfer in Chlorwasserstoffsäure, welcher etwas Salpetersäure hinzugefügt wird, dargestellt) in einem bedeckten Tiegel so lange schmilzt, bis es sich in Chlorür verwandelt hat, diefs in concentrirter Chlorwasserstoffsäure auflös

die Auflösung mit Wasser verdünnt, und dann mit einem Ueberschufs von reiner Kalilösung versetzt. Es wird dadurch orangefarbiges Kupferoxydulhydrat niedergeschlagen, welches man abfiltrirt, etwas auswäscht, und sodann mit Cyanwasserstoffsäure übergiefst, wodurch es sich augenblicklich unter Wärmeentwickelung in weifses Kupfercyanür verwandelt..

Die Eigenschaften dieser Verbindung sind im Allgemeinen bekannt; ich will deshalb nur anführen, dafs sie wasserfrei ist, und auch, zufolge der Analyse, eine Zusammensetzung aus gleichen Atomen Kupfer und Cyan ergeben hat.

Kupfercyanid. Wenn man die Auflösung eines Kupferoxydsalzes, z. B. des neutralen essigsauren Kupferoxyds, mit Cyanwasserstoffsäure oder mit Cyankalium vermischt, so entsteht ein reichlicher gelber Niederschlag, welcher ohne Zweifel Kupfercyanid ist. Denselben Körper erhält man durch Schütteln von frisch gefälltem Kupferoxydhydrat mit Cyanwasserstoffsäure. Aber schon nach einigen Minuten verändert er unter der Flüssigkeit seine Farbe, wird hellgrün und krystallinisch, indem sich zugleich eine ansehnliche Menge Cyangas aus der Flüssigkeit entwickelt. Dieses Verhalten der Kupfersalze ist schon von Scheele, v. Ittner, Vauquelin, Wöhler und L. Gmelin beobachtet worden, und der Letztere, dem wir die genauesten Untersuchungen in dieser Beziehung verdanken, vermuthete schon [1]), die neue Verbindung müsse ein Gemisch von blausaurem Kupferoxyd und blausaurem Kupferoxydul seyn. Allein sie ist in der That eine feste Verbindung von Cyanür und Cyanid, wie schon ihre krystallinische Form andeutet, verbunden mit einer ziemlich bedeutenden Menge Wasser.

Die Krystalle sind sehr klein; mit der Lupe erkennt man eine prismatische Form; sie sind durchsichtig und starkglänzend. Werden sie bis 100° C. erhitzt, so ver-

1) Dessen Handbuch, I S. 1263.

lieren sie Cyangas und Wasser, und verwandeln sich schon bei dieser Temperatur, mit Beibehalt ihrer Form, in reines Kupfercyanür. Chlorwasserstoffsäure entfärbt sie, entwickelt Cyanwasserstoffsäure und löst sie in der Wärme vollkommen auf. Aus dieser Auflösung fällt kaustisches Kali ein Gemenge von Kupferoxydul und Oxyd. Salpetersäure wirkt ähnlich, aber sie verwandelt natürlich sämmtliches Kupfer in Oxyd. Ammoniak löst einen Theil der Verbindung auf, färbt sich blau, ertheilt aber auch dem Ungelösten diese Farbe. Auch reines Kali, wenn es mit dem Salze geschüttelt wird, nimmt diese Farbe an; kocht man die filtrirte Flüssigkeit, so entfärbt sie sich, während schwarzes Kupferoxyd niederfällt.

Um die Zusammensetzung auszumitteln, bestimmte ich zunächst die Menge des Kupfercyanürs, welche das Salz beim Erhitzen bis 100° liefert.

I. 0,663 Grm., in einem Platintiegel anhaltend einer Temperatur von 100° ausgesetzt, hinterließen 0,468, welche beim Erhitzen bis 200° nichts verloren.

II. 0,718 Grm. gaben, auf gleiche Art behandelt, einen Rückstand von 0,505.

Dem zufolge bestehen 100 Th. der Verbindung aus:

	nach I.	nach II.
Kupfercyanür	70,588	70,334
Cyan und Wasser	29,412	29,666
	100.	100.

Daſs die rückständige Substanz in der That reines Kupfercyanür ist, davon habe ich mich durch die quantitative Bestimmung ihres Kupfergehalts überzeugt.

Es blieb nun noch übrig, die relativen Mengen des Cyans und Wassers zu bestimmen. Zu dem Ende wurden 2,818 Grm. des Salzes in eine kleine Glasretorte gebracht, und diese in kochendes Wasser gestellt. Mit der Retorte war ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr

verbunden, und mit diesem ein anderes dreifach gekrümmtes, welches in ein Gefäfs mit Quecksilber tauchte, doch so, dafs seine Mündung sich über der Oberfläche des Quecksilbers befand, und das sich entwickelnde Cyangas in einer graduirten Glocke gesammelt werden onnte. Die Menge desselben betrug bei 15° C. und 60 Millim. Barometerstand 78 Kubikcentimeter, welche i 0° 73,846 C.C. betragen, und 0,1744795 Grm. wiegen. Die Menge des Wassers wurde nicht direct bestimmt.

In einem zweiten Versuche lieferten 1,67 Grm. der erbindung 46 C.C. Cyangas bei 15°,5 C. und einem arometerstande von 759,2 Millim., welche =43,473 .C. bei 0° und 760 Millim. Druck sind, und 0,1027156 rm. wiegen.

Nehmen wir nun das Mittel aus den beiden zuvor r das Gesammtgewicht des Cyans und Wassers gefunnen Zahlenwerthen, und ziehen davon die Menge des yans ab, so ergiebt sich die des Wassers aus dem erlust.

Es wären demnach in 100 Th. des Salzes:

	nach Versuch I.	nach Versuch II.
Kupfercyanür	70,461	70,461
Cyan	6,191	6,150
Wasser	23,348	23,389
	100	100

ler:

	I.	II.
Kupfer	49,731	49,731
Cyan	26,921	26,880
Wasser	23,348	23,389
	100.	100.

Diese Zahlen stimmen mit der Annahme, dafs in er untersuchten Verbindung 3 At. Kupfer, 4 At. Cyan

und 5 At. Wasser seyen; denn sie müfste in dies Fall in 100 Th. enthalten:

Kupfer	49,272	=3 At.
Cyan	27,386	=4 -
Wasser	23,342	=5 -
	100.	

Also haben wir hier eine Verbindung von 1 . Kupfercyanür, 1 At. Kupfercyanid und 5 At. Wass entsprechend der Formel $\text{Cu Cy} + \text{Cu Cy} + 5\dot{\text{H}}$.

Kaliumkupfercyanür. L. Gmelin hat zuerst d gethan, dafs nur das Cyanür des Kupfers fähig ist, s mit anderen Cyanmetallen zu verbinden, in sofern Cyanürcyanid, wenn es mit einer Auflösung von Cy kalium übergossen wird, unter lebhafter Cyangasentwi lung zu Cyanür reducirt wird.

Er hat ferner zwei verschiedene Verbindungen letzteren mit Cyankalium beschrieben, ein in *gelben Pr men* und ein in *farblosen Rhomboëdern* krystallisir des Salz, ohne jedoch ihre Zusammensetzung untersu zu haben. Ich habe bei meinen oft wiederholten V suchen über diesen Gegenstand ebenfalls zwei sehr w charakterisirte und deutlich verschiedene Salze erhalt beide jedoch farblos [1]), und habe gefunden, dafs Flüssigkeit, aus welcher das eine angeschossen war, st auch das andere enthielt.

Zur Darstellung dieser Salze bediente ich mich m rerer Methoden mit gleichem Erfolge.

a) Kupfercyanür, auf die oben angeführte Art d gestellt, wurde in Cyankalium aufgelöst. *b*) Kupferc nürcyanid wurde eben so behandelt. *c*) Eine Auflösu von neutralem essigsauren Kupferoxyd wurde so la mit Cyankalium vermischt, bis der anfangs entstand Niederschlag sich unter Cyanentwicklung wieder auf

1) Vielleicht rührte die gelbe Farbe des einen Salzes bei Gm lin von unvollkommner Reinheit her.

löst hatte, wobei die Flüssigkeit gewöhnlich eine purpurrothe Farbe annahm, die sich jedoch beim Zusatz von mehr Cyankalium und beim Erwärmen in Gelb verwandelte.

Dampft man die nach einer dieser drei Methoden erhaltene Auflösung ein, so liefert sie zuerst farblose prismatische, oft nadelförmig verlängerte Krystalle (*A*), und bei fernerem Abdampfen ein Salz in farblosen Rhomboëdern (*B*).

A. Die prismatischen Krystalle sind oft nach zwei Seitenflächen so stark ausgedehnt, dafs sie blattartig dünn und durchsichtig wie ein Glimmerblatt erscheinen. Nur bei sehr vorsichtiger und langsamer Abkühlung habe ich sie gleichförmiger ausgebildet erhalten. Sie sind in Wasser schwerlöslich, und erleiden dadurch eine Zersetzung, welche sich durch augenblickliches Undurchsichtigwerden der klaren Krystalle zu erkennen giebt. Wendet man zu diesem Versuche nur *kaltes* Wasser an, so scheidet sich ein weifses Pulver ab, welches, nach hinreichendem Aussüfsen, als reines Kupfercyanür erscheint, ohne eine Spur Alkali zu enthalten. Die Flüssigkeit liefert beim Verdampfen einen Theil des Salzes im unzersetzten Zustande, später krystallisirt indefs das folgende Salz (*B*) heraus. Diese Erscheinung beruht darauf, dafs jenes in einer Auflösung des letzteren ohne Zersetzung löslich ist.

Das Doppelcyanür ist wasserfrei; zur Erforschung der relativen Gewichtsmengen seiner Bestandtheile verfuhr ich folgendermafsen:

I. 0,968 Grm. wurden im Platintiegel mit Schwefelsäure übergossen, und so lange erhitzt, bis die freie Säure verflüchtigt war. Der Rückstand, in Wasser gelöst, wurde durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas zersetzt, das gefällte Schwefelkupfer abfiltrirt, in Salpetersäure aufgelöst und die kochende Lösung mit Aetzkali niedergeschlagen. Das erhaltene Kupferoxyd

wog nach dem Glühen 0,5. Die vom Schwefelku[illegible]
abfiltrirte Flüssigkeit wurde abgedampft, und das d[illegible]
enthaltene schwefelsaure Kali auf die gewöhnliche [illegible]
in neutrales Salz verwandelt; es wog 0,58. Nun [illegible]
halten 0,5 Kupferoxyd 0,399 Kupfer =41,232 P[illegible]
und 0,58 schwefelsaures Kali 0,313588 Kali oder 0,26[illegible]
Kalium =26,904 Proc.

II. 1,218 Grm. des Salzes gaben in einem zw[illegible]
Versuche 0,602 Kupferoxyd, worin 0,4805 Kupfer =39,[illegible]
Proc.; 0,688 schwefelsaures Kali, worin 0,3716 Kali o[illegible]
0,3086 Kalium =25,338 Proc.

III. 1,228 Grm. lieferten 0,635 Kupferoxyd, [illegible]
sprechend 0,50689 Kupfer =41,278 Proc.; ferner 0,[illegible]
schwefelsaures Kali, worin 0,380 Kali oder 0,31566
[illegible]lium =25,705 Proc.

IV. Von 1,2 Grm. wurden 0,605 Kupferoxyd =0,4[illegible]
Kupfer, und 0,7[illegible] schwefelsaures Kali erhalten, w[illegible]
0,3784 Kali =0,3143 Kalium; diese Zahlen entsprec[illegible]
40,245 Proc. Kupfer und 26,193 Proc. Kalium in [illegible]
Salze.

Die Resultate dieser vier Analysen sind demnac[illegible]

	I.	II.	III.	IV.	
Kupfer	41,232	39,433	41,278	40,245	Pro[illegible]
Kalium	26,904	25,338	25,705	26,193	-

Wenn man nun in dem untersuchten Salze 2
Kupfer und 1 At. Kalium gegen 4 At. Cyan annin[illegible]
so erfordert die Rechnung in 100 Th. des Salzes:

Kupfer	40,769	=2 At.
Kalium	25,239	=1 -
Cyan	33,992	=4 -
	100.	

Man sieht, dafs hier 1 At. Cyankalium mit 1
Kupfercyanür (€u€y) verbunden ist.

Beim Erhitzen schmilzt das Salz zu einer farbl[illegible]

Flüssigkeit, aus welcher sich das Kupfer im äufserst fein vertheilten Zustande ausscheidet, weshalb sie beim Hindurchsehen eine bläuliche Farbe annimmt.

Die wäfsrige Auflösung wird von den stärkeren Säuren augenblicklich zerlegt, indem Cyanwasserstoffsäure entwickelt und Kupfercyanür mit rein weifser Farbe gefällt wird. Die Alkalien haben keine merkliche Wirkung. Schwefelwasserstoffgas schlägt, selbst nach längerem Hindurchleiten, nur sehr wenig Kupfer nieder. Die wäfsrige Auflösung giebt mit essigsaurem Bleioxyd einen weifsen, mit schwefelsaurem Eisenoxydul einen weifsen, bald gelb und an der Oberfläche hellgrün werdenden, und mit salpetersaurem Silberoxyd anfangs ebenfalls einen weifsen Niederschlag, welcher durch mehr hinzugefügtes Silbersalz blaugrau wird, und auf Zusatz von Salpetersäure unter schwacher Cyanentwicklung eine gelblichweifse Farbe annimmt. Kupfersalze schlagen hellgrünes Cyanür-Cyanid nieder.

B. Das andere Doppelcyanür, welches stets nach dem vorigen, und im Allgemeinen in gröfserer Quantität anschiefst, bildet, nachdem man es durch Umkrystallisiren gereinigt hat, farblose, oft ½″ grofse Rhomboëder, welche in Wasser leicht auflöslich sind und an der Luft sich nicht verändern. Es unterscheidet sich, was die Zusammensetzung betrifft, von dem vorigen Salze dadurch, dafs es 3 At. Cyankalium mit 1 At. Kupfercyanür verbunden enthält, wie die Analysen beweisen, welche in derselben Art wie die oben mitgetheilten ausgeführt wurden. Das Salz enthält gleichfalls kein Wasser.

I. 2,08 Grm. gaben 0,578 Kupferoxyd, worin 0,46139 Kupfer, ferner 1,89 schwefelsaures Kali, worin 1,02186 Kali oder 0,848654 Kalium enthalten sind.

II. Von 1,66 Grm. des Salzes wurden 0,462 Kupferoxyd =0,36879 Kupfer, und 1,596 schwefelsaures Kali =0,8629 Kali =0,716638 Kalium erhalten.

III. 1,742 Grm. lieferten 0,494 Kupferoxyd =0,3943

Kupfer, und 1,599 schwefelsaures Kali =0,8637 Kali =0,71732 Kalium.

Dem zufolge enthalten 100 Th. des Salzes:

	I.	II.	III.
Kupfer	22,182	22,216	22,636
Kalium	40,800	41,286	41,178

Diese Zahlen verhalten sich aber wie die Gewichte von 2 At. Kupfer gegen 3 At. Kalium. Berechnet man danach die Zusammensetzung des Salzes, so erhält man:

Kupfer	22,100	=2 At.
Kalium	41,045	=3 -
Cyan	36,855	=8 -
	100	

woraus die schon oben angedeutete Zusammensetzung und die Formel 3K€y+€u€y folgt.

Was die übrigen Eigenschaften dieses Salzes betrifft, so sind es im Allgemeinen die des vorigen, insbesondere stimmt das Verhalten in der Hitze und gegen Säuren ganz mit dem darüber Angeführten überein. Nur schlägt es einige Metallsalze unter anderen Erscheinungen nieder. Mit Blei-, Zink- und Mangansalzen giebt es weiſse Niederschläge; schwefelsaures Eisenoxydul fällt es gelb; der Niederschlag wird an der Luft schnell grünlich; aus Eisenoxydsalzen fällt ein Gemenge von Kupfercyanür und Eisenoxyd unter Cyanwasserstoffentwicklung; salpetersaures Silber bewirkt eine bläulichweiſse, bald grau werdende, im Ueberschuſs des Doppelcyanürs lösliche Fällung; Nickelsalze fällen bläulichgrün.

Wenn man zu einer concentrirten Auflösung dieses Salzes Kupfercyanür hinzusetzt, so wird es mit groſser Leichtigkeit aufgenommen; beim Erkalten schieſst alsdann das zuvor beschriebene Doppelcyanür an, und es ist dieſs die beste Methode, um letzteres vollkommen rein zu erhalten, besonders wenn man einen geringen Ueberschuſs von Kupfercyanür anwendet. Auf diesem Um-

Umstand beruht auch eine Erscheinung beim Auflösen des Salzes *A* in Wasser, in sofern *kaltes* Wasser eine Zerlegung und Abscheidung von Kupfercyanür zur Folge hat, worauf beim Erhitzen bis zum Kochen eine vollständige Auflösung stattfindet.

Es bleibt nur noch übrig zu untersuchen, ob die beiden von L. Gmelin beschriebenen Salze mit den hier erwähnten identisch sind. Dieser Chemiker erhielt durch Auflösen von Kupfercyanür in Cyankalium zuerst das *gelbe*, sodann das *weifse* Doppelcyanür (Handbuch, Bd. I S. 1268); letzteres aufserdem bei Anwendung des grünen Kupfercyanür-Cyanids, nach Methoden also, deren ich mich gleichfalls und sehr häufig zur Darstellung der beschriebenen Salze bediente. Nachdem ich meine Versuche über diese letzteren schon beendigt hatte, wurde ich durch Hrn. Prof. Mitscherlich in den Stand gesetzt, einen directen Vergleich in dieser Beziehung anzustellen, da Derselbe eine kleine Quantität des einen von L. Gmelin dargestellten Salzes besitzt. Dasselbe ist zwar farblos, allein seine Form ist die des Salzes *A*, und es zeigt auch, in Wasser gebracht, ganz dieselben Erscheinungen wie jenes, so dafs an seiner Identität mit dem von mir beschriebenen wohl nicht zu zweifeln ist. Es ist diefs auch unstreitig das von Gmelin erwähnte *gelbe* Salz, dessen Färbung gewifs unwesentlich war, da alle übrigen Eigenschaften, namentlich das Verhalten in der Hitze gegen Säuren und Alkalien, Schwefelwasserstoffgas etc. sehr gut stimmen. Nur die Reactionen gegen einige Metallsalze differiren etwas, indem Gmelin z. B. in Bleisalzen einen hellgrünen, in Silbersalzen einen schwarzbraunen Niederschlag erhielt. Allein die Farben dieser Niederschläge scheinen von Nebenumständen so sehr modificirt zu werden, dafs sie wohl keinen Zweifel über die angenommene Identität beider Salze erregen können.

Das zweite von Gmelin beschriebene Doppelcya-

nür stimmt in gleicher Art mit dem Salze *B* überein, obgleich ich ersteres nicht gesehen habe, insbesondere was die Krystallform und die wichtigsten der von ihm angegebenen Eigenschaften betrifft [1]); aber auch hier weichen beide in einigen Reactionen von einander ab, in sofern, nach Gmelin, schwefelsaures Eisenoxydul gar nicht [2]), salpetersaures Silberoxyd aber weifs [3]) gefällt wird.

Vor einiger Zeit hat Cenedella [4]) angegeben, dafs er durch Rothglühen von getrocknetem Blut mit kohlensaurem Kali, Kohle und aus dem Destillationsrückstande des essigsauren Kupferoxyds ein Cyankupferkalium erhalten habe. Es sollen blafsrothe Prismen seyn, welche an der Luft feucht werden und sich zersetzen, 21 Proc. Wasser enthalten, und nach der Analyse vermittelst Schwefel und durch Erhitzen (?) aus 1 At. Kupfercyanür, 1 At. Cyankalium und 1 At. Wasser bestehen sollen, was indefs ganz und gar nicht aus den von Cenedella angegebenen procentischen Zahlen hervorgeht, da diese vielmehr die Formel $K\text{Cy}+\text{Cu}\,\text{Cy}+3\dot{H}$ liefern würden.

Die näheren Angaben lassen keinen Zweifel, dafs der Verfasser wirklich ein Kupfer-Doppelcyanür gehabt habe, wahrscheinlich aber in einem sehr unreinen Zustande, wie diefs namentlich aus seinem Verhalten gegen Säuren und seiner alkalischen Reaction hervorgeht. Eine richtige Deutung der beobachteten Thatsachen scheint indefs dieser Arbeit Cenedella's zu mangeln, welche auch von Berzelius eine Beurtheilung erhalten hat. (S. dessen Jahresbericht, No. XV S. 176.)

1) Gmelin's Handbuch, Bd. I S. 1269.

2) Ibid. S. 1279.

3) Ibid. S. 1372.

4) *Giorn. di Farm.* 1833, 38; und Pharm. Centralblatt, 1834, S. 289.

Endlich haben wir auch einige Angaben von Fr. und Edw. Rodgers [1]), das Kaliumkupfercyanür betreffend, erhalten. Sie fanden, dafs Kupferoxydhydrat (nicht Oxydulhydrat, wie in der Uebersetzung wohl irrig steht, da es aus dem schwefelsauren Salze durch Kali gefällt seyn soll) mit Cyankalium und Cyanwasserstoffsäure digerirt, eine rothe oder farblose neutrale Auflösung liefert, welche sie indefs nur mit einigen Substanzen geprüft, nicht aber krystallisirt haben.

Quecksilber.

Kaliumquecksilbercyanid. Die Zusammensetzung dieses Salzes habe ich schon früher angegeben, und füge hier nur noch Einiges, seine sonstigen Eigenschaften betreffend, hinzu. Erhitzt man seine Auflösung mit Chlorwasserstoffsäure, so entweicht Cyanwasserstoffsäure, und auf Zusatz von Kali erfolgt ein gelber Niederschlag von Quecksilberoxyd; es werden in diesem Fall beide Cyanmetalle zersetzt; wendet man dagegen Salpetersäure an, so entwickelt sich zwar Cyanwasserstoffsäure in Menge, aber die Flüssigkeit wird von Kali nicht gefällt, da das Cyanquecksilber von Sauerstoffsäuren nicht angegriffen wird. Alkalien haben keine Wirkung auf das Doppelcyanür. Eisenoxydulsalze fällt es gelbbraun; der Niederschlag wird an der Luft grün; Zink-, Blei- und Silbersalze weifs; aus Kupfersalzen wird, wie es scheint, reines Kupfercyanid gefällt, da der gelbe Niederschlag unter Cyanentwicklung sich in hellgrünes Cyanür-Cyanid verwandelt.

Chromsaures Kali-Quecksilbercyanid. Unter den eigenthümlichen Verbindungen des Quecksilbercyanids mit Sauerstoffsalzen ist diese schon ziemlich lange bekannt. Man erhält sie, wie auch ihre Entdecker, Caillot und Podevin, angeben, leicht durch Abdampfung der vermischten Auflösungen beider einfachen Salze. Da

1) *Phil. Mag.* 1834, *Fevr. p.* 91; u. Pharm. Centralbl. 1834 S. 639.

die Zusammensetzung dieses Salzes noch nicht ermittel zu seyn scheint, so habe ich es in dieser Beziehung näher untersucht. Beim Erhitzen verliert es kein Wasser. 2,337 Grm. wurden in Wasser aufgelöst und salpetersaurer Baryt hinzugefügt; der gefällte chromsaure Baryt wurde abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet, er wog, nach gelindem Glühen, 1,015, entsprechend 0,41125 Chromsäure. Nachdem der Barytüberschufs durch Schwefelsäure wieder entfernt war, wurde das Quecksilber durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen. Das Schwefelquecksilber wog im scharf getrockneten Zustande 1,385, worin 1,1950 Quecksilber enthalten sind. Die Flüssigkeit wurde eingedampft, und das darin befindliche Kali als neutrales schwefelsaures Salz bestimmt, dessen Menge 0,747 betrug, und 0,403879 Kali entspricht.

Das Resultat dieser Analyse, verglichen mit der berechneten Zusammensetzung des Salzes, ist für 100 Th. desselben:

	Versuch.	Rechnung.	
Chromsäure	17,597	17,929	=2 At.
Kali	17,281	16,228	=2 -
Quecksilber	51,136	52,230	=3 -
Cyan	13,986	13,613	=6 -
	100.	100.	

Es enthält also 2 At. chromsaures Kali gegen 3 At. Quecksilbercyanid. ($3\,Hy\,Cy + 2\,\dot{K}\,\dddot{Cr}$.)

Gold.

Nach Scheele entsteht in einer Auflösung von Goldchlorid durch Cyankalium oder Cyancalcium ein *weifser* Niederschlag von *Cyangold*, welcher, nach Proust's Erfahrung, beim Erhitzen sich gelb färbt, in höherer Temperatur Wasser und gasförmige Producte, unter Zu-

rückblassung von kohlehaltigem Golde, liefert [1]). Nach Anderen ist das gefällte Cyangold blafsgelb; so hat neuerlich Figuier die Darstellung und die Eigenschaften des Cyangoldes beschrieben [2]). In Betreff der ersteren erinnert er an die von Ittner gemachte Erfahrung, dafs sich die Verbindung in einem Ueberschusse von Cyankalium auflöse, daher man diesen vermeiden müsse. Er beschreibt sie als ein hellgelbes Pulver, welches selbst von starken Säuren fast gar nicht angegriffen wird, und schon vor dem Glühen sein Cyan abgiebt.

Ich verschaffte mir eine concentrirte, möglichst neutrale Auflösung von Goldchlorid, und vermischte sie mit der von Cyankalium. Es entstand indefs kein Niederschlag, selbst bei einem grofsen Ueberschufs des Goldsalzes, wohl aber verschwand die gelbe Farbe desselben. Aus der durch Abrauchen concentrirten farblosen Flüssigkeit krystallisirte beim Erkalten das *Kaliumgoldcyanid* in farblosen, wohl ausgebildeten Krystallen, den Angaben Ittner's entgegen, nach welchem die Flüssigkeit gefärbt bleibt und ein Doppelcyanür in hellgelben Prismen liefert.

I. Als 1,035 Grm. der lufttrocknen Krystalle in einem Platintiegel bis 100° C. erhitzt wurden, verloren sie 0,04 oder 3,864 Proc. an Gewicht; als darauf die Temperatur bis zu 200° erhöht wurde, vermehrte sich dieser Verlust nicht.

II. 0,885 Grm. des Salzes, nachdem es noch einmal umkrystallisirt war, wurden wie zuvor behandelt; sie verloren unter denselben Umständen 0,03 oder 3,39 Procent.

Um den Gehalt an Gold und Kalium zu erfahren, wurde nun das entwässerte Salz angewandt.

1) Gmelin's Handbuch, Bd. I S. 1388.

2) *Journ. de Pharm.* 1836, *p.* 329, und Pharm. Centralblatt, 1836, S. 575.

I. 0,995 Grm. wurden in einem kleinen Porcel
tiegel über der Lampe mit doppeltem Luftzuge mögli
stark erhitzt. Sie schmolzen sehr schnell zu einem b
nen Liquidum, aus welchem sich Gold absonderte; ı
dem Erkalten wurde die Masse mit Wasser behan
und das ausgeschiedene Gold auf ein Filtrum gebr:
Die Flüssigkeit enthielt aber noch eine ansehnliche M
des Doppelcyanürs; sie war gelb gefärbt und verbre
einen starken Geruch nach Cyanwasserstoffsäure.
wurde durch Abdampfen zur Trockne gebracht, der g
Rückstand mit Königswasser eingetrocknet, und die g
grüne Masse in einem Strom von trocknem Wassers
gas erhitzt. Nach erfolgter Reduction wurde das (
durch Wasser vom Chlorkalium getrennt. Es wog n
dem früher erhaltenen 0,555, während die Flüssig
0,23 Chlorkalium lieferte.

II. 0,855 Grm. des Salzes wurden unmittelba
Chlorgas erhitzt; in der Kälte schien keine Einwirl
stattzufinden; als aber die Kugel, worin sich das
befand, sehr gelinde erhitzt wurde, färbte es sich
gleich dunkel, schmolz unter Aufwallen zu einer br
schwarzen Masse, während der Geruch des Chlorc
sich bemerklich machte. Die Reduction in Wassers
gas geschah wie vorher. Auf diese Art lieferte das
0,492 Gold und 0,186 Chlorkalium.

0,23 Chlorkalium enthalten aber 0,1208 Kal
0,186 dieses Salzes 0,0977 des letzteren; folglich en
ten 100 Theile des trocknen Salzes:

	I.	II.
Gold	55,779	57,544
Kalium	12,143	11,428

Dafs die erste Analyse nicht den Grad von Gen:
keit besitzen kann, wie die zweite, ist bei dem angeg
nen Verfahren unzweifelhaft; das Resultat der letzt

stimmt sehr gut mit folgender berechneten Zusammensetzung:

Gold	57,874	=2 At.
Kalium	11,405	=1 -
Cyan	30,721	=8 -
	100	

wonach das Salz eine Verbindung von 1 At. Goldcyanid mit 1 At. Cyankalium, $K\text{Cy}+Au\text{Cy}^3$, ist. Der Wassergehalt des krystallisirten kommt $1\frac{1}{2}$ At. nahe, welche 3,77 Proc. erfordern würden.

Die Krystalle fatesciren an der Luft sehr schnell. In der Hitze schmelzen sie, indem Gold und Cyangas ausgeschieden werden, obwohl eine vollkommene Zersetzung auf diesem Wege sehr schwer zu erreichen seyn dürfte. Säuren verursachen in der Auflösung des Salzes keine Fällung, jedoch wird Cyanwasserstoffsäure frei, und die Flüssigkeit färbt sich gelb. Diefs Verhalten steht mit der Angabe Ittner's im Widerspruch, wonach durch Säuren Goldcyanid niedergeschlagen werden soll. Dagegen bewirkt Quecksilberchlorid eine gelbe Fällung von *Cyangold*, welches, nach dem Trocknen an der Luft erhitzt, unter Cyanentwicklung lange vor dem Glühen verglimmt, und metallisches Gold zurückläfst, dessen Menge, einem Versuche zufolge, welcher indefs nur mit 0,1 Grm. angestellt wurde, 76,19 Proc. vom lufttrocknen Salze betrug. Figuier hat in dem von ihm beschriebenen Goldcyanid, welches mit jenem identisch zu seyn scheint, 75 Proc. Gold gefunden. Beide Zahlen stimmen indefs nicht genau mit der berechneten Zusammensetzung eines Goldcyanids ($Au\text{Cy}^3$), in welchem 71,53 Gold und 28,47 Cyan enthalten seyn müssen.

Platincyanür. Döbereiner hat vor Kurzem [1]) gezeigt, dafs man das Platincyanür erhält, wenn man das Doppelcyanür mit einer Quecksilberoxydul-Auflösung vermischt, und den blauen Niederschlag, welcher eine Verbindung von Quecksilberplatincyanür mit dem Quecksilbersalze zu seyn scheint, mit verdünnter Salpetersäure behandelt. Es bleibt dann weifses Quecksilberplatincyanür, welches, beim Erhitzen in einem verschlossenen Gefäfse, Platincyanür hinterläfst. Ich habe es auf diese Art in Form eines grünlichgelben Pulvers erhalten. Nach Döbereiner entspricht es dem Platinoxydul, ist also Pt Cy.

Kaliumplatincyanür. Diefs Salz ist schon von L. Gmelin genauer untersucht worden, welcher auch seine Zusammensetzung vorläufig so bestimmte, dafs es 1 At. des erwähnten Platincyanürs, 1 At. Cyankalium und 3 At. Wasser enthalten sollte [2]). Nur in dieser Beziehung habe ich es untersucht, und kann Gmelin's Angabe dadurch vollkommen bestätigen. Es wurde durch Glühen von Platinschwamm mit Kaliumeisencyanür dargestellt.

0,828 Grm. verloren beim anhaltenden Erhitzen bis 200° 0,115 oder 13,888 Proc. Der Rest wurde in einem Strom von trocknem Chlorgas erhitzt, und hierauf mittelst Wasserstoffgas reducirt. Beim Uebergiefsen mit Wasser blieben 0,36 metallisches Platin zurück, während die Flüssigkeit durch Abdampfen und gelindes Glühen des Rückstandes 0,285 Chlorkalium lieferte, worin 0,14972 Kalium enthalten sind.

In 100 Theilen des wasserfreien Salzes sind nun enthalten:

1) Diese Annalen, Bd. XXXVII S. 545.

2) Dessen Handbuch, Bd. I S. 1456, und Berzelius Lehrbuch, Bd. IV S. 671.

	Versuch.	Rechnung.	
Platin	50,490	51,757	=1 At.
Kalium	20,998	20,557	=1 -
Cyan		27,686	=4 -
		100.	

Danach berechnet, machen 3 At. Wasser 12,402 Proc. aus; der Versuch gab etwas mehr, da das Salz noch etwas Feuchtigkeit enthielt, die nicht gut durch Liegenlassen an der Luft ganz vollständig entfernt werden konnte, in sofern das Doppelcyanür zum Verwittern sehr geneigt ist.

Palladium.

Wenn man eine neutrale Auflösung von Palladiumchlorür mit Cyanquecksilber vermischt, und das gefällte und ausgewaschene Palladiumcyanür in Cyankalium auf löst, so erhält man nach dem Verdampfen ein *Kalium-palladiumcyanür* in farblosen durchsichtigen Blättchen, welche sich an der Luft nicht verändern.

I. 0,895 Grm. der Krystalle, längere Zeit einer Temperatur von 200° C. ausgesetzt, verloren 0,055 oder 6,145 Proc.

II. 1,223 Grm. verloren auf gleiche Art 0,071 oder 6,132 Proc.

I. 0,792 des entwässerten Salzes wurden eine Zeit lang beim Zutritt der Luft geschmolzen, die erkaltete Masse mit Schwefelsäure übergossen, erhitzt und die freie Säure wieder verjagt, alsdann in Wasser gelöst und das Palladium durch Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen. Da der Niederschlag sich an der Luft nicht veränderte, so wurde er so lange getrocknet, bis er nichts mehr an Gewicht verlor, und aus ihm, bei der Annahme, dafs er $\acute{P}d$ sey, das Palladium berechnet. Er wog 0,38, und enthält so 0,29184 Palladium oder 36,848 Proc. des wasserfreien Salzes. Das Kali wurde aus der

vom Schwefelpalladium abfiltrirten Flüssigkeit auf die gewöhnliche Art als schwefelsaures Salz bestimmt, dessen Menge 0,55 betrug, worin 0,29736 Kali oder 0,22626 Kalium, d. h. 28,568 Proc. enthalten sind.

II. 1,148 Grm. gaben, ohne dafs sie jedoch vor dem Behandeln mit Schwefelsäure durch Glühen theilweise zersetzt worden wären, 0,4072 Palladium =35,47 Proc. und 0,3089 Kalium oder 26,91 Proc.

Die Resultate beider Analysen führen zu folgender berechneten Zusammensetzung:

	Versuch.		Rechnung,	
	I.	II.		
Palladium	36,848	35,47	36,676	=1 At.
Kalium	28,568	26,91	26,984	=1 -
Cyan			36,341	=4 -
			100.	

Wenn die Menge des Wassers im krystallisirten Salze 1 Atom beträgt (=5,83 Proc.), so ist die Formel für dasselbe in Folge dieser Versuche:

$$K\text{Cy}+\text{Pd}\text{Cy}+\dot{H}.$$

Mehrmals erhielt ich indefs nicht diefs Salz, sondern ein anderes in prismatischen Krystallen, welche sich schon dadurch sehr kenntlich machen, dafs sie in sehr kurzer Zeit ihre Durchsichtigkeit verlieren und an der Oberfläche verwittern. Die nachstehenden Versuche zeigen, dafs diese Krystalle sich von den zuvor beschriebenen nur dadurch unterscheiden, dafs sie 3 At. Wasser enthalten. Ich konnte wegen Mangel an Material nicht die Umstände ermitteln, unter denen sich beide vorzugsweise bilden.

I. 1,588 Grm. der noch etwas feuchten Krystalle verloren bei 150° C. 0,295 oder 18,576 Proc.

II. 1,118 Grm. verloren eben so 0,191 oder 16,71 Procent.

0,927 des entwässerten Salzes [illegible]

angeführte Art 0,475 Schwefelpalladium, worin 0,3648 Palladium oder 39,352 Proc.

Das schwefelsaure Kali wog, 0,573 =0,3098 Kali =0,25729 oder 27,371 Proc. Kalium.

Diese Zahl nähert sich der oben mitgetheilten; nur der Palladiumgehalt fällt etwas zu hoch aus. Das Wasser müfste unter der angenommenen Voraussetzung 15,6 Proc. betragen; dafs eine gröfsere Menge gefunden wurde, rührt von der Schwierigkeit her, das Salz zu trocknen, ohne dafs es schon auf der ganzen Oberfläche verwittert wäre.

Iridium.

Cyaniridiumkalium ist ganz neuerlich von Booth entdeckt und von Wöhler beschrieben worden [1]). Ich habe es auf die dort angegebene Weise dargestellt, und mit denselben Eigenschaften erhalten. Als ich die relativen Mengen des Iridiums und Kaliums zu bestimmen versuchte, stiefs ich auf grofse Schwierigkeiten, welche in der starken Verwandtschaft des Cyans zum Iridium begründet zu seyn scheinen, da diese Verbindung der Einwirkung der stärksten Reagentien mit seltener Hartnäckigkeit widersteht.

Anfangs versuchte ich das Salz durch Erhitzen in einem Strom von getrocknetem Chlorwasserstoffgas in eine Chlorverbindung zu verwandeln, welche durch Wasserstoffgas sehr leicht hätte reducirt werden können. Diefs glückte jedoch nur sehr unvollkommen; das Salz erwärmte sich zwar schon von selbst in dem Gase, und nahm später eine graugrüne Farbe an; allein als er nach sehr lange fortgesetztem Darüberleiten des Chlorwasserstoffs in Wasserstoffgas erhitzt wurde, entband sich eine grofse Menge Ammoniak, und als die Masse später herausgenommen und mit Wasser übergossen wurde, löste

1) Diese Annalen, Bd. XXXI S. 167.

diefs letztere unzersetztes Doppelcyanür auf, und zeigte aufserdem einen merklichen Blausäuregeruch.

Statt des Chlorwasserstoffgases versuchte ich später Chlor zur Zersetzung anzuwenden; allein mit dem nämlichen Resultate, selbst unter Beobachtung aller Vorsichtsmafsregeln; ja es war selbst kein besserer Erfolg wahrzunehmen, wenn das Salz zuvor mit Königswasser eingedampft, oder wenn es an der Luft eine Zeit lang erhitzt worden war.

Indefs scheinen die angestellten Versuche zu beweisen, dafs das darin enthaltene Cyaniridium dem Oxydul proportional sey (Ir Cy). Dafür spricht die grüne Färbung im Chlorwasserstoff- wie im Chlorgas, mehr aber noch der Umstand, dafs beim Kochen des Salzes mit Chlorwasserstoffsäure oder Königswasser ein graugrünes Pulver (Iridiumchlorür) sich abscheidet, und eine eben so gefärbte Auflösung entsteht.

Ich will hier die Resultate eines Versuches anführen, bei welchem die Zersetzung ziemlich vollständig erfolgt war, daher sie vielleicht annäherungsweise die richtigen Verhältnisse ausdrücken. Nachdem 1,15 Grm. des gepülverten Salzes (welches wasserfrei ist) mit Chlor und Wasserstoffgas hinreichend lange behandelt werden, wurde das reducirte Iridium durch Wasser von der Salzmasse getrennt, letztere zur Trockne abgeraucht und von Neuem der Einwirkung jener beiden Gase ausgesetzt. Das so erhaltene Chlorkalium, 0,702 an Gewicht, enthielt nur Spuren des Doppelcyanürs, aber eine Quantität Kieselsäure, von der Zersetzung des Glases herrührend, deren Menge leider nicht bestimmt wurde. Das Iridium betrug im Ganzen, nachdem es in gelinder Hitze, um Oxydation zu vermeiden, getrocknet worden war, 0,41 oder 35,652 Proc. In 0,702 Chlorkalium sind 0,37824 Kalium enthalten, mithin 32,890 Proc.

Es scheint, dafs das Salz 1 At. Iridiumcyanür gegen 2 At. Cyankalium enthält, es müssen denn in 100 Th.

	Versuch.	Rechnung.	
Iridium	35,652	38,510	=1 At.
Kalium	32,890	30,591	=2 -
Cyan		30,899	=6 -
		100.	

Vermischt man die Auflösung des Salzes mit der von salpetersaurem Quecksilberoxydul, so entsteht ein gelblichweifser Niederschlag, welcher beim Glühen in einer kleinen Retorte ein graues Pulver hinterläfst. An der Luft geglüht, wird dasselbe schwarz. Die geringe Menge der Substanz erlaubte nicht zu untersuchen, ob es reines Iridiumcyanür war.

Chrom.

Fr. und Edw. Rodgers [1]) haben ein *Cyanchrom* dadurch erhalten, dafs sie eine Auflösung des sogenannten Chromalauns mit Cyankalium fällten. Der Niederschlag besitzt eine grüne Farbe, und soll, in Salpetersäure gelöst, auf Zusatz einer Silberauflösung, eine Fällung von Cyansilber geben. Ich habe das Cyanchrom auf die angegebene Art sowohl mit dem Kali- als Ammoniak-Alaun darzustellen versucht. Der entstehende Niederschlag besafs das Ansehen des Chromoxydhydrats, und seine Fällung war immer mit Freiwerden von Cyanwasserstoffsäure verbunden. Nach hinlänglichem Auswaschen in Salpetersäure aufgelöst, gab er mit salpetersaurem Silber keine Spur eines Niederschlags. Auch durch starke Säuren wird keine Cyanwasserstoffsäure aus ihm entbunden. Beim Erhitzen verliert er viel Wasser, verglimmt hierauf, wird dunkelgrün und unlöslich in Säuren; und zeigt mithin, dafs er nicht Cyanchrom, sondern Chromoxydhydrat sey. In der That ist es bis jetzt noch nicht gelungen, eine directe Verbindung der Art bei denjenigen Oxyden hervorzubringen, welche $=\dddot{R}$

1) Berzelius's Jahresbericht, No. XV S. 185.

sind, z. B. Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Chromoxyd.

Zum Schlufs sey es mir erlaubt, die Resultate der angeführten Analysen zu einer Classification sämmtlicher Doppelcyanüre zu benutzen. Es ergiebt sich aus jenen, dafs das Verhältnifs des Cyans in den beiden einfachen Salzen sehr einfach, entweder wie 1 : 1, oder wie 1 : 2, oder wie 1 : 3 ist.

I) Verhältnifs des Cyans = 1 : 1.

1)	Kaliumeisencyanid	$3KCy + FeCy^3$
2)	Kaliumkobaltcyanid	$3KCy + CoCy^3$
3)	Kaliummangancyanid	$3KCy + MnCy^3$

---

4)	Kaliumzinkcyanür	$KCy + ZnCy$
5)	Kaliumcadmiumcyanür	$KCy + CdCy$
6)	Kaliumnickelcyanür	$KCy + NiCy$
	(das krystallisirte theils $\frac{1}{2}\dot{H}$, theils $\dot{H}$)	
7)	Natriumnickelcyanür	$NaCy + NiCy$
	(das krystallisirte $5\dot{H}$)	
8)	Kaliumquecksilbercyanid	$KCy + HgCy$
9)	Kaliumsilbercyanid	$KCy + AgCy$
10)	Kaliumkupfercyanür	$KCy + CuCy$
11)	Kaliumplatincyanür	$KCy + PtCy$
	(das krystallisirte mit $3\dot{H}$)	
12)	Kaliumpalladiumcyanür	$KCy + PdCy$
	(das krystallisirte theils mit $\dot{H}$, theils mit $3\dot{H}$)	

II. Verhältnifs des Cyans = 2 : 1.

1)	Kaliumeisencyanür	$2KCy + FeCy$
	(das krystallisirte mit $3\dot{H}$)	
2)	Natriumeisencyanür	$2NaCy + FeCy$
	(das krystallisirte mit $12\dot{H}$)	

3) Natriumzinkcyanür Na Cy + 2 Zn Cy
(das krystallisirte mit 5 $\dot{H}$)
4) Kaliumiridiumcyanür 2 K Cy + Ir Cy

III. Verhältnifs des Cyans = 3 : 1.

1) Kaliumkupfercyanür 3 K Cy + Cu Cy
2) Kaliumgoldcyanür K Cy + Au Cy^3
(das krystallisirte mit 1½ $\dot{H}$).

Vielleicht ist es hier nicht ganz am unrechten Orte, daran zu erinnern, wie unter den äufseren Charakteren der meisten Doppelcyanüre ihre Farbe häufig nicht diejenige der übrigen Salze des betreffenden Metalles ist; indem hier die gelbe Farbe bei den Salzen des Nickels, Kobalts und Eisens, Farblosigkeit hingegen bei denen des Kupfers, Goldes, Palladiums und Iridiums eintritt. — Ein anderer bemerkenswerther Umstand ist ihr so sehr verschiedenes Verhalten gegen Schwefelwasserstoff; denn während einige durch dieses Gas sehr leicht zersetzt, und die in ihnen enthaltenen Metalle vollkommen als Schwefelmetalle gefällt werden (die Doppelcyanüre des Silbers, Quecksilbers, Kadmiums), so läfst sich aus anderen durch Schwefelwasserstoffgas das Metall entweder gar nicht, oder doch erst nach längerer Zeit und nicht vollständig niederschlagen (hieher vorzüglich die Doppelcyanüre des Eisens, Kupfers, Nickels, Kobalts, Zinks u. a.) [1]).

1) Neuerlich sind von A. Bette (Ann. d. Pharm. Bd. XXII S. 148, und Bd. XXIII S. 115) noch folgende Verbindungen krystallisirt (aufser No. 3) dargestellt und zerlegt:
1) Natriumeisencyanid 3 Na Cy + Fe Cy^3 + 2 Aq
2) Ammoniumeisencyanid 3 NH^4 Cy + Fe Cy^3 + 6 Aq
3) Magniumeisencyanid 3 Mg Cy + Fe Cy^3 + 18 Aq?
4) Calciumeisencyanid 3 Ca Cy + Fe Cy^3 + 10 Aq
5) Kalium-Bariumeisencyanid
= (3 K Cy + Fe Cy^3) + 2 (3 Ba Cy + Fe Cy^3) + 6 Aq
6) Magniumeisencyanür 2 Mg Cy + F Cy + 10 Aq
7) Strontiumeisencyanür 2 Sr Cy + F Cy + 15 Aq
Die Cyanide bilden schön rothe Krystalle (nur No. 3 krystallisirt nicht), und entstehen aus den entsprechenden Chlorüren durch Behandlung mit Chlor. No. 5, analog aus dem Mosander'schen Cyanürsalz (Ann. Bd. XXV S. 391) gebildet, gehört einer neuen Klasse von Doppelcyaniden an. *P.*

X. *Darstellung reiner schweflichter Säure; von Richard Felix Marchand.*

Berthier's Methode, die schweflichte Säure durch Erhitzen eines Gemenges von Mangansuperoxyd und Schwefelblumen darzustellen, ist unzweckmäfsig, weil man sie stets mit Sauerstoff, Schwefelgas und anderen beim Glühen des Braunsteines, wenn man ihn nicht vorher recht sorgfältig gereinigt hat, stets erscheinenden Unreinigkeiten vermischt erhält. Am allerreinsten ist sie auf trocknem Wege durch Erhitzen eines sehr innigen Gemenges von Schwefelblumen und Kupferoxyd zu erhalten, indem man das Dreifache vom Gewicht des Schwefels an Kupferoxyd anwendet. Man bringt dieses Gemenge in eine enge, unten zugeschmolzene Glasröhre, und packt darüber eine halb so hohe Schicht reines Kupferoxyd, welches man erst bis zum Glühen erhitzt, bevor man das Gemenge erwärmt. Es ist nicht nöthig das Kupferoxyd zu trocknen, da sich kein Schwefelwasserstoffgas bildet, und man das ausgetriebene Wasser durch eine Chlorcaiciumröhre, durch welche man das entwickelte Gas leiten kann, leicht entfernt. Zu den meisten Zwekken genügt das Erhitzen von Schwefelsäure mit Kupferspänen, oder, was bei weitem den Vorzug verdient, und auch von der neuen *Pharmacopée française etc.* vorgeschrieben wird, mit Quecksilber, da die Masse hier niemals steigt, was bei dem Kupfer fast stets der Fall ist.

XI. *Ueber eine Reihe organischer Verbindungen, welche Arsenik als Bestandtheil enthalten; vom Dr. G. R. Bunsen in Cassel.*

(Fortsetzung der Abhandlung Ann. Bd. XXXX S. 219.)

Der erste Abschnitt dieser Arbeit beschäftigte sich mit der Untersuchung des Alkarsins, einer Substanz, welche durch die Einfachheit ihrer Zusammensetzung eben so sehr als durch die Eigenthümlichkeiten ihres Verhaltens beachtenswerth, zugleich als erstes Beispiel einer Verbindung dasteht, in der Arsenik die Rolle eines der organischen Bestandtheile übernimmt. Schon damals bot sich die Gelegenheit dar, auf einige Zersetzungsproducte dieser Arsenikverbindung hinzuweisen, welche ein bisher noch nicht betretenes, vielleicht sehr umfassendes Feld für neue Untersuchungen eröffnen dürfte. Unter diesen Producten verdient derjenige Stoff zuerst erwähnt zu werden, welcher aus der directen Einwirkung von Sauerstoff auf Alkarsin hervorgeht, und den ich in Beziehung auf seine Entstehungsart mit dem Namen *Alkargen* belege.

Es wird vielleicht nützlich seyn, wenn die Untersuchung der übrigen hiehergehörigen Verbindungen beendigt, und der rationelle Zusammenhang, der unter ihnen obwaltet, ermittelt ist, manche der gewählten Benennungen mit passenderen zu vertauschen, die indessen, einer rationellen Betrachtungsweise vielleicht mehr entsprechend, doch gewiſs bald wieder, bei der rasch fortschreitenden Erweiterung unserer Ansichten Werth und Bedeutung verlieren würden.

Zweite Abtheilung.

Vom Alkargen, seiner Darstellung, seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung.

Da man bei der Darstellung des Alkargens mit grofsen Quantitäten der Cadet'schen Flüssigkeit zu arbeiten gezwungen ist, dürfte es nicht unpassend seyn, bevor ich die dabei befolgte Methode weiter erörtere, Diejenigen, welche sich nach mir mit Untersuchung über diesen Gegenstand beschäftigen sollten, auf einige Vorsichtsmafsregeln aufmerksam zu machen, deren Befolgung auf das Dringendste bei der Handhabung dieser Stoffe zu empfehlen ist. Wer auch nur mit kleinen Quantitäten Alkarsin gearbeitet hat, dem wird es nicht entgangen seyn, wie nöthig es ist, die Versuche im Freien vorzunehmen, indem in einem geschlossenen Raume der Geruch bald bis zur Unerträglichkeit gesteigert wird, und mannigfaltige Unbequemlichkeiten zur Folge hat. Vor Allem aber macht es die grofse Selbstentzündlichkeit des Alkarsins erforderlich, bei den Versuchen ein Gefäfs mit Wasser stets zur Hand zu haben. Die geringste Menge dieser Substanz entzündet sich fast momentan an der Luft, und bewirkt dabei, mit Theilen des Körpers in Berührung gebracht, Brandwunden, die äufserst gefährlich sind, indem das Alkarsin noch giftiger wirkt, als selbst die arsenige Säure, wovon ich mich durch Versuche an Thieren überzeugt habe. Erhitzt sich die Flüssigkeit nur auf der Haut, ohne sich zu entzünden, so entsteht eine Röthung und leichte Entzündung, die durch Umschläge von essigsaurem Eisenoxyd leicht zu entfernen sind. Die enorme Entzündlichkeit dieses Stoffes macht es ohnehin sehr schwierig, gröfsere Mengen desselben aus einem Gefäfse in das andere überzufüllen. Es ist daher am bequemsten, die über Kalk in einer doppelt tubulirten Vorlage destillirte Flüssigkeit in dieser selbst aufzubewahren.

Um sie vorkommenden Falls in andere Gefäfse überzufüllen, habe ich mich einer kleinen Retorte bedient, deren Hals vor der Lampe zu einer langen Spitze ausgezogen und die mit Kohlensäure angefüllt war. Nachdem man dieses Gas zum Theil durch Erwärmen ausgetrieben, und die Spitze durch eine kleine Oeffnung der tubulirten Vorlage in das Alkarsin gesteckt hat, tritt dasselbe in die Retorte ein, und läfst sich dann leicht durch abermaliges Erwärmen des Retorten-Bauches in andere Gefäfse überfüllen. Nie darf man versäumen, die Retorte vorher mit Kohlensäure anzufüllen, indem man diese durch die Spitze zwei bis drei Mal durch Erwärmen aus- und eintreten läfst. Versäumt man diese Vorsicht, so findet im Innern des Gefäfses eine Entzündung statt, bei der dieselbe nicht selten zertrümmert und das brennende Alkarsin umhergeschleudert wird. Ich habe mich von der Nothwendigkeit dieser Vorsichtsmafsregeln mehr als einmal zu überzeugen Gelegenheit gehabt, aber auch die Ansicht dabei gewonnen, dafs bei einiger Vorsicht diese Untersuchungen vollkommen gefahrlos sind, und dafs selbst das Einathmen dieser fast unerträglichen arsenikalischen Gerüche, so weit es nicht zu vermeiden, ohne *bleibende* Nachtheile für die Gesundheit ist — ein Grund mehr, diese interessanten Stoffe einer Dunkelkeit zu entziehen, zu der sie eine übertriebene Furcht der Chemiker verurtheilt zu haben scheint.

Bei der Darstellung des Alkargen mufs man besonders darauf bedacht seyn, den Sauerstoff anfangs sehr langsam zutreten zu lassen. Später ist es nicht erforderlich, diese Vorsicht anzuwenden, indem die Oxydation in dem Wasser schwieriger von Statten geht, als der Gehalt an Alkargen in der Flüssigkeit zunimmt. Anfangs scheiden sich sehr schöne Krystalle von Alkargen aus, die man indessen wegen der grofsen Selbstentzündlichkeit des sie umgebenden Alkarsins nicht mechanisch trennen kann. Nach und nach verdickt sich die ganze

Flüssigkeit zu einer weifsen körnigen Masse, die einen Stich in's Braune zeigt, der um so tiefer ist, je schneller man die Oxydation bewirkte. Aufser dem Alkargen entsteht bei dieser Oxydation noch ein unerträglich riechender, im Wasser leichtlöslicher ätherartiger Stoff, den ich vorläufig, der Kürze wegen, *Hydrarsin* nennen will, und eine kleine Menge arseniger Säure, deren Bildung indessen fast vollständig vermieden werden kann, wenn man den Sauerstoff möglichst langsam zutreten läfst. Die erhaltene bräunliche Masse löst sich in allen Verhältnissen, mit Zurücklassung der etwa gebildeten arsenigen Säure, im kalten Wasser auf. Man trennt die Säure durch Filtration, und dampft die Auflösung im Wasserbade so lange ab, bis sie beim Erkalten zu einer festen Masse gesteht. Diese ist vollständig in absolutem Alkohol auflöslich, der beim Erkalten das Alkarsin in Krystallen absetzt, die indessen noch mit einer Quantität Hydrarsin und etwas arseniger Säure verunreinigt sind. Man sammelt sie auf einem kleinen Filter, und wäscht sie einige Male mit kleinen Mengen absoluten Alkohols aus, welcher das Hydrarsin leichter aufnimmt als Alkargen. Das Auswaschwasser vereinigt man mit der anfänglichen Mutterlauge, aus der man, durch eine zweimalige gleiche Behandlung, noch eine beträchtliche Menge unreines Alkargen erhält. Von einem grofsen Theile des Hydrarsins kann man die Krystalle durch Auspressen zwischen Löschpapier, oder dadurch befreien, dafs man sie wiederholt im Wasser auflöst und im Wasserbade zur Trockenheit abraucht, wobei das beigemengte Hydrarsin mit den Wasserdämpfen gröfstentheils entweicht. Um die letzten Antheile der arsenigen Säure von den Krystallen zu trennen, behandelt man ihre Auflösung mit Eisenoxydhydrat in der Kälte. Die filtrirte Flüssigkeit enthält dann zwar etwas Eisenoxyd in Auflösung; dampft man sie indessen ab, so scheidet sich ein Theil desselben wieder aus, ein anderer Theil bleibt

in der alkoholischen Auflösung, wenn man die Substanz einer wiederholten Krystallisation unterwirft. Diese mufs drei bis vier Mal vorgenommen werden, um jede Verunreinigung zu vermeiden. Da das Alkargen aus einer hydrarsinhaltigen Mutterlauge schwer krystallisirt, so habe ich bei einem Theile des für die nachstehende Untersuchung bereiteten Körpers diese Substanz gleich anfangs durch Pressen des oxydirten Alkarsins zwischen mehreren Lagen Filtrirpapier gröfstentheils entfernt, und dann das erhaltene, fast weifse Alkargen, durch Behandeln mit Eisenoxydhydrat und absolutem Alkohol, vollends auf die angegebene Weise gereinigt. Diese Methode gewährt den Vortheil, dafs man dabei Hydrarsin zugleich gewinnen kann, und nicht so sehr von den Dämpfen dieser letzteren Substanz belästigt wird.

Vollkommen reines Alkargen zeigt folgende Eigenschaften: Es bildet spröde, glasglänzende, vollkommen durchsichtige, farblose oder weifse, sehr nett ausgebildete Krystalle. Aus der Lage und Combination der Flächen ergiebt sich, dafs sie einem trimetrischen Systeme, nach Hausmann, angehören. Sie bilden geschobene vierseitige Säulen mit ungleicher, gegen die Seitenflächen schräg eingesetzter Zuschärfung. Da sie kein besonderes Interesse darbieten, habe ich es für überflüssig gehalten, ihre Grundform zu berechnen. Lage und Gröfse der Winkel ist folgende (Siehe Taf. I Fig. 8):

$a - d = 123^\circ\ 32'$		$d - f = 97^\circ\ 27'$
$a' - d' = 116\ \ 30$		$d - f' = 82\ \ 25$
$f - a = 85\ \ 23$		$a - a' = 119\ \ 52$
$f' - a' = 94\ \ 45.$		

Beachtenswerth ist die grofse Annäherung des Winkels, welchen die Zuschärfungsflächen mit einander bilden, an 120°, die man bei den anisometrischen Systemen nicht selten antrifft, ohne einen Grund dafür angeben zu können.

Die Krystalle sind *vollkommen* geruchlos, und zei-

gen einen kaum bemerkbaren Geschmack. An trockner Luft sind sie beständig, an feuchter zerfliefsen sie; Wasser und sehr verdünnter Alkohol löst sie in allen Verhältnissen auf, absoluter ebenfalls, aber in geringerem Verhältnifs, und setzt beim Erkalten oder freiwilligen Verdunsten sehr deutliche und grofse Krystalle wieder ab. Wasserhaltiger Aether löst eine geringe Menge davon auf, die sich beim freiwilligen Verdunsten in feinen schillernden Krystallblättchen wieder aussondert; wasserfreier hingegen nimmt nichts davon auf, sondern fällt sie aus ihrer alkoholischen Auflösung. Sie besitzt eine sehr schwach saure Reaction, und scheint sich mit Basen verbinden zu können. Diese Verbindungen sind indessen so unbeständig, dafs man sie nicht in fester Gestalt erhalten kann. Mit Alkalien und alkalischen Erden bildet sie eine gummiartige Masse, ohne Anzeigen von Krystallisation. Mit Eisenoxydhydrat gekocht, entsteht eine braune, eisenoxydhaltige Auflösung, die beim Abdampfen wieder zersetzt wird. Kupferoxydhydrat wird davon in gröfserer Menge aufgenommen, und bildet eine blaue Solution, die, im luftleeren Raume verdampft, eine blaue extraktartige Masse hinterläfst. Schon beim Kochen dieser Lösung findet eine Zersetzung statt, indem sich höchst fein zertheiltes Kupferoxyd ausscheidet, das durch Filtriren nicht getrennt werden kann. Mit Säuren vereinigt sich das Alkargen nicht, direct namentlich geht Schwefelsäure keine Verbindung damit ein. Bringt man diese Substanz im wasserfreien oder wasserhaltigen Zustande damit zusammen, und behandelt man die in Wasser aufgelöste Masse mit kohlensaurem Baryt, so krystallisirt das Alkargen, ohne mit Schwefelsäure sich verbunden zu haben, unverändert aus. Salpetersäure selbst rauchende, und sogar Königswasser bewirkt keine vollständige Oxydation. Verdünnt man die bis zur Zerstörung der Salpetersäure gekochte Auflösung mit Wasser, und leitet man wiederholt einen Strom Schwefelwas-

serstoff hindurch, so bleibt stets eine durch dieses Gas nicht fällbare Arsenikverbindung in Auflösung, deren Arsenikgehalt sich erst beim Glühen zu erkennen giebt. Das Alkargen zeigt also auch in dieser Beziehung ein den organischen Verbindungen analoges Verhalten, welche meistens, wie der Indigo, der Zucker, das Gummi u. s. w., unter dem Einflusse dieser oxydirenden Substanz eigenthümliche Zersetzungsproducte bilden. Dafs solche Producte auch beim Alkargen entstehen, und dafs ihre Untersuchung vielleicht auf interessante Resultate führen dürfte, ist nicht unwahrscheinlich. Leider aber war die mir zu Gebote stehende Menge der Substanz nicht hinreichend, um die Untersuchung auch nach dieser Richtung hin auszudehnen.

Der Stoff läfst sich, ohne eine Veränderung zu erleiden, bis zu 200° C. erhitzen; bei dieser Temperatur schmilzt er zu einem ölartigen Liquidum, das erst bei 90° C. wieder zu einer krystallinisch strahligen Masse gesteht. Während des Schmelzens findet schon eine theilweise Zersetzung statt, die sich durch eine schwache braune Färbung, und durch einen stechenden arsenikalischen Geruch zu erkennen giebt. Bis zu 230° C. und darüber erhitzt, wird die Substanz völlig zersetzt, bräunt sich anfangs, färbt sich immer dunkler, stöfst dabei nach Alkarsin riechende Dämpfe aus, und setzt metallisches Arsenik und arsenige Säure ab. Dafs auch hier besondere Zersetzungsproducte entstehen, dürfte wohl kaum zu bezweifeln seyn.

Unter dem Einflusse stark desoxydirend wirkender Substanzen erleidet das Alkargen eine sehr merkwürdige Zersetzung, auf die ich später noch einmal zurückkommen werde, wenn die Zusammensetzung desselben näher betrachtet worden. Bringt man z. B. Zinnchlorür mit einer Auflösung von Alkargen zusammen, so entsteht beim schwachen Erwärmen eine milchige Trübung, die sich bald zu ölartigen Tropfen ansammelt. Diese

Tropfen stofsen an der Luft dicke weifse Nebel aus, erhitzen sich dabei, und besitzen den eigenthümlichen Geruch und alle übrigen Eigenschaften des *Alkarsins*. Phosphorige und phosphatische Säuren bringen dieselben Erscheinungen, besonders beim Erhitzen hervor. Man kann diefs Verhalten sehr vortheilhaft benutzen, um die Gegenwart kleiner Mengen von Alkargen zu erkennen, indem man die dasselbe enthaltene Auflösung mit phosphoriger Säure, oder noch besser mit Zinnchlorür kocht, wobei der durchdringende Alkarsingeruch sogleich hervortritt. Schwefelwasserstoff bringt weder für sich noch bei Gegenwart von freier Chlorwasserstoffsäure die geringste Spur einer Fällung von Schwefelarsenik in den Auflösungen des Alkargens hervor. Dagegen entsteht eine milchige Trübung, die sich beim Erwärmen zu öl-artigen Tropfen ansammelt. Diese besitzen einen vom Alkarsin durchaus verschiedenen, mehr lauchartigen Geruch. Die nähere Betrachtung dieser Substanz übergehe ich für jetzt. Andere schwächer desoxydirend wirkende Stoffe, z. B. schwefelsaures Eisenoxydul, schweflige Säure, Oxalsäure u. a. m., äufseren diese desoxydirenden Wirkungen nicht.

Eben zo zeigt das Alkargen ein in toxikologischer Beziehung sehr merkwürdiges Verhalten. Obgleich es mehr als 78 Procent Arsenik uud Sauerstoff in demselben relativen Verhältnifs enthält, wie sie in der Arseniksäure vorhanden sind, zeigt es dessen ungeachtet gar keine, oder doch nur höchst unbedeutende giftige Eigenschaften. Frösche, denen kleine Mengen dieser Substanz, selbst bis zu einem Gran, beigebracht waren, blieben mehrere Tage gesund und starben erst längere Zeit darauf. Erwägt man nun, dafs die zu dem Versuche benutzten Thiere eine grofse Empfindlichkeit gegen die metallischen Gifte zeigen, dafs schon $\frac{1}{10}$ Gran aufgelöster arseniger Säure bei denselben nach weniger als einer Stunde ein Erlöschen der Lebenskraft nach sich zieht,

wobei selbst die Erregbarkeit der Muskeln durch den galvanischen Strom nach zwei Stunden schon verschwindet, so wird man das Alkargen nicht für eine giftige Substanz erklären können. Dieses unerwartete Verhalten steht übrigens in vollkommenem Einklange mit einer allgemeinen, aber weniger beachteten Thatsache, die sich in den pharmakodynamischen Eigenschaften der organischen Stoffe ausspricht, und in der eines der unterscheidenden Merkmale begründet ist, welche diese unter dem Einflusse der Lebenskraft erzeugten Substanzen vor den unorganischen voraus haben. Treten nämlich Stoffe zu unorganischen Verbindungen zusammen, so werden dadurch ihre pharmakodynamischen Eigenschaften nur modificirt, aber nicht aufgehoben; vereinigen sie sich hingegen zu organischen, so gehen diese Eigenschaften verloren. Das Kupfer, das Quecksilber, das Blei, das Baryum verlieren ihre Wirkungen nicht, welches auch die *lösliche* Verbindung seyn möge, in der sie sich befinden. Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff hingegen, die im Strychnin oder Emetin die heftigsten Gifte bilden, erscheinen im Kleber und Eiweifs als vollkommen unschädliche Stoffe. Eine sehr schöne Bestätigung findet diese Thatsache im Alkargen. Arsenik ist darin, gleichsam durch organische Verwandtschaft gebunden, zum unschädlichen Stoffe geworden.

Die Analyse des Alkargens bietet keine Schwierigkeiten dar. Wasserstoff und Sauerstoff lassen sich sehr genau nach der Liebig'schen Methode ermitteln; der Arsenikgehalt hingegen erfordert eine getrennte Bestimmung. Bei dem ersten Versuche wurde eine Substanz benutzt, die drei Mal umkrystallisirt war. Zu dem zweiten, der mit möglichst grofser Vorsicht angestellt wurde, diente eine vier Mal umkrystallisirte. In beiden Fällen war dieselbe bei 109° C. in einem entwässerten Luftstrome getrocknet.

No. I.

Menge des angewandten Alkargens	0,4556	Grm.
Erhaltene Kohlensäure	0,2897	-
Erhaltenes Wasser	0,1997	-

No. II.

Menge des angewandten Alkargens	0,9398	-
Erhaltene Kohlensäure	0,5768	-
Erhaltenes Wasser	0,4116	-

Der letztere Versuch war mit besonderer Sorgf
und mit sehr reinem Alkargen angestellt. Das Arsen
hatte sich zum Theil in Substanz im kälteren Theile d
Verbrennungsrohrs sublimirt, zum Theil befand es si
als Arsenikkupfer, hauptsächlich aber als arseniksau
Kupferoxyd darin. Im Chlorcalcium zeigte sich kei
Spur davon.

Was die Bestimmung des Arseniks anbelangt, so
es mir nicht gelungen, dasselbe von der großen Men
Kupferoxyd, mit dem es im Verbrennungsrohre geme
ist, mit Genauigkeit zu trennen. Die in den Lehrb
chern der analytischen Chemie angegebene Scheidun
methode durch schwefelwasserstoffsaures Ammoniak
völlig unbrauchbar, da das Schwefelkupfer, welche Vo
sichtsmaßregeln man auch anwenden mag, in diesem Kö
per nicht ganz unlöslich ist. Durch Eisen läßt sich d
Kupfer ebenfalls nicht abscheiden, da auch Arsenik dur
diese Substanz reducirt wird. Eine andere Methode, d
ich versuchte, gelang ebenfalls nicht vollständig. M
Cyanwasserstoffsäure nämlich versetzt und in Kali a
gelöst, verliert das Kupferoxyd die Eigenschaft, dur
Schwefelwasserstoff gefällt zu werden, indem sich Cya
kupferkalium bildet. Die große Menge Cyanwasserstc
säure indessen, welche bei dieser Scheidung erforderli
ist, so wie die Einwirkung, welche der Schwefelwass
stoff auf die Cyanwasserstoffsäure ausübt, machen di

Methode unpractisch. Besser gelingt die Scheidung, nach Stromeier's Vorschlag, durch schwefelwasserstoffsaures Kali, unter Beobachtung der bekannten Vorsichtsmafsregeln. Indessen gelang es mir auf diesem Wege ebenfalls nicht, eine *genaue* Trennung zu erhalten. Es blieb mir daher nichts weiter übrig, als die Oxydation mit chlorsaurem Kali zu bewirken. Dieser Versuch ist mit Gefahr verbunden, wenn man nicht einen sehr grofsen Ueberschufs des Oxydationsmittels, etwa die 60- bis 80fache Menge, dabei anwendet, damit nicht die bei dem Erhitzen des Alkargens freiwerdenden brennbaren Gase in einem solchen Verhältnisse mit dem zugleich entweichenden Sauerstoff gemischt sind, dafs eine Explosion entstehen kann. 0,313 Grm. bei 100° getrocknetes Alkargen wurden auf die angegebene Weise oxydirt, in chlorwasserstoffsäurehaltigem Wasser aufgelöst, und so lange mit Schwefelwasserstoff behandelt, bis beim Stehen an der Luft kein Schwefelarsenik mehr ausgeschieden wurde. Die erhaltene Menge des Niederschlags betrug 0,352 Grm. 0,3188 Grm. dieser Fällung mit rauchender Salpetersäure im Wasserbade oxydirt, lieferten, mit Chlorbaryum gefällt, 1,2687 schwefelsauren Baryt. Nach diesem Resultate beträgt der Arsenikgehalt 50,72 Procent. Da der Versuch mit grofser Sorgfalt ausgeführt war, habe ich ein Wiederholen desselben für überflüssig gehalten.

Legt man die zweite Analyse, die mit der gröfsten Menge Alkargen angestellt wurde, und die mit der ersten sehr gut übereinstimmt, zum Grunde, so ergiebt sich folgende procentische Zusammensetzung dieses Stoffes, wenn man den Sauerstoff aus dem Verluste bestimmt:

Kohlenstoff	16,97
Wasserstoff	4,88
Sauerstoff	27,43
Arsenik	50,72
	100,00.

Diesem Resultate entspricht folgende theoretische Zusammensetzung:

C^4	305,6	16,67
H^{14}	87,3	4,76
O^5	500,0	27,28
As^2	920,0	52,29
	1832,9	100,00.

Das Alkargen enthält daher 2 Atome Wasserstoff und 5 Atome Sauerstoff mehr als das Alkarsin. Diese ersteren 2 Atome sind unstreitig als Wasser in der Verbindung enthalten. Denn obgleich das Alkargen beim Erhitzen, ohne eine Zersetzung zu erleiden, dieses Wasser nicht ausgiebt, so läfst sich doch sein Vorhandenseyn aus der Entstehung, so wie aus der Zersetzung dieser Arsenikverbindung durch Zinnchlorür und phosphorige Säure mit Gewifsheit nachweisen. Diese Entstehung aus dem Alkarsin folgt sehr einfach daraus, dafs das letztere 4 At. Sauerstoff und 1 At. Wasser aufnimmt, wie sich aus der beistehenden Zusammenstellung ergiebt:

1 At. Alkarsin	$C^4 H^{12} As^2$		$= C^4 H^{14} As^2 O^5$
4 At. Sauerstoff		O^4	$= 1$ At. Alkargen.
1 At. Wasser	H^2	O	

Auf dieselbe Weise wie das Alkargen gebildet wird, zerfällt es auch wieder durch desoxydirende Stoffe in die Substanzen, aus denen es entstand. Aus den nachstehenden Schematen ist diese Zersetzung ersichtlich:

1 At. Alkargen	$C^4 H^{14} As^2 O^5$	$C^4 H^{12} As^2 = 1$ At. Alkarsin
2 At. phosphorige Säure	$P^4 O^6$	$P^4 \quad O^{10} = 2$ At. Phosphors.
		$H^2 \quad O = 1$ At. Wasser,

1 At. Alkargen	$C^4H^{14}As^2O^5$	$C^4\ H^{12}As^2$	$=1$ At. Alkarsin
2 At. Zinnchlorür	$Sn^4O^4\ Cl^8H^8$	$Sn^4O^8Cl^8H^8$	$=1$ At. Zinnchlorid
		$H^2\quad O$	$=1$ At. Wasser.

Das Alkargen gehört daher zu den wenigen organischen Stoffen, deren Zusammensetzung sich durch Analyse und Synthese zugleich nachweisen läfst.

Ohne schon jetzt eine bestimmte Ansicht über das Verhältnifs zu äufsern, in welchem das Alkargen zum Alkarsin steht, wird man doch unmittelbar durch dieses Verhalten darauf geführt, das erstere als ein Oxydhydrat des letzteren zu betrachten, dem die nachstehende Formel entsprechen würde:

$$(C^4H^{12}As^2)+O^4+H^2O.$$

Ich habe schon jetzt Grund zu vermuthen, dafs die Verbindung $C^4H^{12}As^2+O^4$ wirklich existirt, und dafs sich das Wasseratom durch andere Wasserstoffsäuren ersetzen läfst [1]). In diesem Falle würde es nicht unwahrscheinlich seyn, dafs auch einfache elektropositive Sub-

1) Berzelius hält es, nach einer brieflichen Mittheilung, für wahrscheinlich, dafs das Alkarsin 1 At. Sauerstoff enthält, indem dann die Bildung desselben sehr einfach darauf beruhen würde, dafs 1 At. arsenige Säure und 2 At. Essigsäure beim Erhitzen, in 4 Atome Kohlensäure und 1 Atom Alkarsin zerfielen. Nämlich:

2 At. Essigsäure	$C^4O^8=4$ At. Kohlensäure
1 At. arsenige Säure	$C^4H^{12}As^2O=1$ At. Alkarsin

Mit dieser Ansicht steht auch das Lichtbrechungsvermögen des Alkarsins nicht im Widerspruche, welches nur 1,762 beträgt, und daher ebenfalls dafür zu sprechen scheint, dafs das Alkarsin eine oxydirte Substanz ist. Die einer genauen Arsenikbestimmung entgegenstehenden Schwierigkeiten haben es mir bisher nicht gestattet, diese interessante Frage durch einen directen Versuch zu beantworten. Ich hoffe indessen vermittelst einer organischen Analyse mit arsenikfreiem Nickeloxyd den Arsenikgehalt mit der erforderlichen Genauigkeit ermitteln, und dadurch diese scharfsinnige Conjectur vielleicht realisiren zu können, die das Alkarsin und die grofse Reihe seiner Zersetzungsproducte zur Acetyltheorie in eine so nahe und einfache Berührung bringt.

stanzen (As^2) sich mit zusammengesetzten (C^4H^{12}) verbinden können, ohne ihre Eigenschaften als Radicale zu verlieren, ähnlich wie unter zusammengesetzten, z. B. die Schwefelsäure, sich mit Aether, Benzin etc. vereinigt, ohne den Charakter einer Säure dadurch einzubüfsen.

Zu der Aethertheorie scheint das Alkargen in keiner einfachen Beziehung zu stehen. Im Sinne der Acetyltheorie hingegen erscheint es als ein wasserhaltiger überacetylsaurer Arsenikwasserstoff. Nämlich:

$$C^4H^6 . O^4 + As^2H^6 + H^2O.$$

Bei dieser Annahme würde man vier Oxydationsstufen des Acetyls (C^4H^6) annehmen können, und zwar:

$C^4H^6 = \bar{A}c$ unbekannt.

$\dot{\bar{A}}c$ im Aldehyd und vielleicht im Alkarsin

$\ddot{\bar{A}}c$ in der wasserhaltigen Aldehydsäure

$\dddot{\bar{A}}c$ in der wasserhaltigen Essigsäure

$\ddddot{\bar{A}}c$ im Alkargen.

Bevor nicht die Untersuchung der übrigen hieher gehörigen Verbindungen beendigt ist, wage ich es noch nicht, eine bestimmte Ansicht über die Zusammensetzung des Alkargens auszusprechen, deren Begründung dem Schlusse dieser Abhandlungen vorbehalten bleiben mag. Im nächsten Abschnitte werde ich eine andere organische Arsenikverbindung beschreiben, die sich unmittelbar an den eben betrachteten Stoff anzuschliefsen scheint.

XII. *Paton's, Marsh's und Simon's Methoden, Arsenik zu entdecken, nebst Bemerkungen von Berzelius.*

(Aus Berzelius's Jahresbericht, No. 17 p. 175 d. O.)

Um arsenige Säure in thierischen Stoffen zu entdekken, empfiehlt Paton [1]), diese Stoffe zuvörderst durch Galläpfelaufgufs aus der Lösung zu fällen, und sodann das Arsenik durch Schwefelwasserstoff niederzuschlagen. Ungewifs ist es, ob diese Methode einen Vorzug habe vor der von Tauflieb [2]), bei der die thierischen Stoffe durch eine Lösung von Zinkoxyd in Aetzkali gefällt werden.

Eine andere Methode hat Marsh [3]) vorgeschlagen, und diese verdiente alle Aufmerksamkeit, sobald sie noch bei einem sehr kleinen Arsenikgehalt gelingt. Diese Methode beruht auf der Verwandlung des Arseniks in Arsenikwasserstoffgas, welche, nach seinen Versuchen, sehr leicht vor sich gehen soll, wenn man die auf Arsenik verdächtige Masse mit Schwefelsäure sauer macht und ein Stück Zink hineinlegt. Das sich entwickelnde Wasserstoffgas wird dann arsenikhaltig. Er hat hiezu recht passende Apparate erdacht, aber das Gas zur Entdekkung des Arseniks ungeschickt angewandt. Er läfst nämlich das gesammelte Gas durch eine feine Oeffnung ausströmen, zündet es an, und hält entweder über die Flamme eine Glastafel, welche sich dann mit metalli-

1) *Journ. de chim. med. Ser. II T. I p.* 524.

2) *Journ. de Pharm. T. XX p.* 392.

3) *Ed. New phil. Journ. T. XXI p.* 229.

schem Arsenik beschlägt, oder leitet die Flamme in eine an beiden Enden offene Glasröhre, worin sich dann sowohl metallisches Arsenik als arsenige Säure absetzt.

Marsh hat hiebei eine Eigenschaft des Gases übersehen, welche mit weit gröfserer Sicherheit benutzt werden kann, nämlich die, in der Hitze das Arsenik abzusetzen. Man braucht es nur durch eine Röhre zu leiten, die an einer Stelle glühend gemacht ist; das Arsenikwasserstoffgas zerfällt dann in Arsenik, welches sich etwas weiterhin auf eine kältere Stelle des Glases niederschlägt, und in Wasserstoffgas, das rein davongeht. Auf diese Weise braucht man keinen anderen Apparat als eine gewöhnliche Gasentwicklungsflasche, aus der man das Gas, in dem Maafse als es sich entwickelt, durch eine über einer Weingeistflamme glühend erhaltene Glasröhre leitet. Will man zur gröfseren Sicherheit eine kleine gewogene Menge von mit Wasserstoff reducirtem Kupfer in die Röhre auf die glühende Stelle legen, so erhält man weifses Arsenikkupfer, und kann so das Arsenik, welches dem Wasserstoffgas folgte, mit der äufsersten Genauigkeit wägen.

Ich löste ein Milligramm weifsen Arseniks in ein Wenig verdünnter Schwefelsäure auf, verdünnte die Lösung noch bis zum Volum von sechs Unzen Wasser (setzte Zink hinzu) und leitete das erhaltene Wasserstoffgas über ein Bischen gewogenes, zuvor mit Wasserstoffgas reducirtes und in einer engen Glasröhre glühendes Kupfer. Die Reaction auf Arsenik war ganz deutlich. Der vordere Theil des Kupfers wurde silberweifs, und roch, vor dem Löthrohr erhitzt, stark nach Arsenik. Als ich den Versuch mit einem Centigramm arseniger Säure anstellte, wurden ungefähr zwei Drittel des darin enthaltenen Arseniks, verbunden mit Kupfer, erhalten. Hieraus erhellt, dafs diese Probe, wenn sie auch nicht zur quantitativen Bestimmung anwendbar ist, doch alle Aufmerksamkeit

als

als eine qualitative verdient, und mehr bedarf es nicht in allen gerichtlich-medicinischen Fällen [1]).

1) Zur sicheren Anwendung dieser Methode ist übrigens wesentlich erforderlich, worauf auch schon Marsh aufmerksam machte, dafs die dabei gebrauchten Stoffe, Zink und Schwefelsäure, gänzlich frei von Arsenik seyen, was namentlich bei der englischen Schwefelsäure häufig nicht der Fall ist. F. Mohr hat bei einer Prüfung dieser Methode (welche völlig zu Gunsten derselben ausfiel. — S. Ann. d. Pharm. Bd. XXIII S. 217) sogar gefunden, dafs reine Zinkstücke, die einmal zu dem Versuch gedient haben, nicht wieder angewandt werden können, weil sie sich, in Berührung mit arseniger Säure, auch schon ohne Gegenwart von Salz- oder Schwefelsäure, mit einer Schicht Arsenikzink bekleiden, und dann, selbst mit reiner Salz- oder Schwefelsäure behandelt, arsenikhaltiges Wasserstoffgas liefern.

Die grofse Empfindlichkeit der Flamme des arsenikhaltigen Wasserstoffs in Ablagerung von metallischem Arsenik auf eine darüber gehaltene glatte Porcellanplatte ist auch von Liebig bestätigt worden (Ann. Pharm. Bd. XXIII S. 223). Derselbe macht bemerklich, dafs dabei leicht eine Täuschung stattfinden könne, indem auch Eisen, so wie überhaupt jedes andere schwere Metall, namentlich Antimon, bei Auflösung in Salzsäure ein Wasserstoffgas giebt, dessen Flamme an eine darüber gehaltene Porcellanfläche einen schwarzen Anflug absetzt. Dieser Anflug, welcher sich sogar, nach Hindurchleitung des Gases durch eine 12 Zoll lange, mit groben Kalihydratstücken gefüllte Röhre, noch zeigt, und nur einigermafsen verschwindet, wenn man es durch eine mit lockerer Baumwolle gefüllte Röhre streichen läfst, rührt, bei Gegenwart von Eisen in der Flüssigkeit, von Eisenchlorür her, das, mechanisch mit fortgerissen, in der Flamme zu metallischem Eisen reducirt und als solches auf das Porcellan abgesetzt worden ist. Ein Tropfen Salpetersäure oder Schwefelammonium entscheidet, ob der Anflug Eisen oder Arsenik sey. Ist er Eisen, so greift die Salpetersäure ihn nicht an, und das Schwefelammonium macht ihn schwarz.

Gleich Berzelius hat auch Liebig die Marsh'sche Methode dahin verbessert, dafs er das arsenhaltige Wasserstoffgas durch Glühen in einem Glasrohre zur Ablagerung seines Arsenikgehaltes zwingt; und überdiefs hat er dieselbe Methode auf die Reduction von Schwefelarsenik angewandt. Sein Verfahren hiezu ist dieses:

Schwefelarsenik, das man, nach Berzelius's Methode,

Simon [1]) hat vorgeschlagen, statt des aus gebranntem weinsauren Kalk dargestellten kohlehaltigen Kalks, Aetzkalk, bereitet aus Hydrat, zur Reduction von Schwefelarsenik anzuwenden, nämlich den ersteren auf das letztere zu legen, und sodann das Ganze zu glühen, bis dieses in Dampfform durch jenen streicht. Allein auch diese Methode hat die Unbequemlichkeit, dafs der Kalk fortgestofsen wird und oft zurückgeschoben werden mufs;

durch Schwefelwasserstoff aus den thierischen Substanzen niedergeschlagen hat, löst man in Kalilauge auf, und setzt nun essigsaures Bleioxyd hinzu, so lange, bis ein Tropfen der Flüssigkeit mit Essigsäure keinen Niederschlag giebt, andererseits aber immer einen Ueberschufs vom Alkali in der Flüssigkeit bleibt. Aller Schwefel des Schwefelarseniks tritt dann an das Blei, und alles Arsenik findet sich als arsenige Säure in der Flüssigkeit. Diese wird nun mit Zink und Schwefelsäure behandelt, und das entweichende Gas durch eine enge, an einer Stelle glühende Glasröhre geleitet, worauf sich dann das Arsenik als ein schwach metallischer Ring in dem kälteren Theil der Röhre ansetzt. Selbst 0,5 Milligrm. Schwefelarsenik giebt noch ein zuverlässiges Resultat, wiewohl man auf diesem Wege nie alles Arsenik bekommt.

Als ganz zuverlässig empfiehlt L. noch folgende Methode. Man löst das Schwefelarsenik in Kalilauge, setzt dann salpetersaures Silberoxyd hinzu, so lange, bis ein Tropfen der Flüssigkeit mit Essigsäure keinen gelben Niederschlag giebt (Kali mufs auch hier immer in Ueberschufs bleiben). So entsteht Schwefelsilber, und alles Arsenik bleibt als arsensaures Kali in der Flüssigkeit. Diese übersättigt man nun schwach mit Salzsäure, erhitzt sie, nachdem Chlor- und Schwefelsilber abfiltrirt worden, zum Sieden, um die freie Kohlensäure zu entfernen, und übersättigt sie dann mit Kalkwasser. Der Niederschlag, arsensaurer Kalk, wird scharf getrocknet und mit Kohlenpulver auf bekannte Weise reducirt. — Statt die Flüssigkeit mit Kalkwasser zu fällen, kann man sie auch geradezu im Wasserbade eintrocknen, den Rückstand mit Kohle mengen und glühen. — Statt des salpetersauren Silberoxyds läfst sich auch salpetersaures Kupferoxyd anwenden, nur müssen, vor der Sättigung mit Salzsäure, Schwefelkupfer und Kupferoxyd abfiltrirt werden.

1) Poggendorff's Ann. Bd. XXXIX S. 326.

auch erhält man mit ätzendem Kalk nur einen Theil des Arseniks.

Ich wende mit aller Bequemlichkeit eine lockere Kohle an, welche durch Eintauchung in eine Lösung von kohlensaurem Natron mit derselben getränkt, darauf getrocknet und in einem bedeckten Tiegel gelinde geglüht worden ist. In eine, an einem Ende zugeschmolzene Röhre von einer halben Linie inneren Durchmessers lege ich erst das Schwefelmetall, auf dieses einige, ½ bis 1 Zoll lange Splitter dieser Kohle, packe dieselbe zusammen, und ziehe nun, vor der Kohle, die Röhre zu einer feinen Spitze aus. Zuerst erhitze ich die Kohle über einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzug, und dann bringe ich das Schwefelmetall in die Flamme. Das Schwefelmetall vereinigt sich erst ohne Reduction mit der Kohle; aber allmälig, bei voller Glühhitze, in welcher die Röhre erweicht und sich biegt, bildet die Kohle, auf Kosten des Schwefels im Schwefelarsenik, Schwefelnatrium, und das Arsenik sublimirt vollständig in dem ausgezogenen Theil der Röhre. Offenbar kann dieselbe Methode auch auf die arsenige Säure angewandt werden. Vor Liebig's Methode mit Kalk und Kohle hat sie indefs keinen anderen Vorzug, als den, dafs die Masse still liegt, und dafs die Natronkohle jeden Augenblick innerhalb weniger Minuten in einem Platintiegel bereitet werden kann.

XIII. *Die Reduction des Schwefelarseniks durch Silberkohle; von F. F. Runge.*

Die Reduction der *arsenigen Säure* durch einen Kohlensplitter läfst nichts zu wünschen übrig. Nicht so genügend sind die Methoden, das *Schwefelarsenik* zu redu-

ciren, weil man gewöhnlich pulverförmige Gemenge anwendet, die leicht in die Höhe getrieben werden und das Experiment unsicher machen. Allem diesem weicht man aus durch die Anwendung einer *silberhaltigen Kohle.* Man kocht Kohlensplitter mit einer Auflösung von essigsaurem Silberoxyd und dampft fast bis zur Trockne ab. Hierauf trocknet man die Splitter, ohne sie abzuwaschen, und glüht sie in einer Glasröhre. So sind sie zum Gebrauch fertig, und werden eben so angewendet, wie die Kohlensplitter ohne Silber bei der Reduction der arsenigen Säure.

Silber für sich, reducirt zwar auch das Schwefelarsenik, allein das Metall sublimirt sich in kleinen Kügelchen und nicht in der Form des so charakteristischen Arsenikspiegels, wie es hier der Fall ist.

XIV. *Notiz über die Verbindung des Stickstoffs mit den Metallen, namentlich mit dem Kupfer, im Glühzustande; von C. H. Pfaff in Kiel.*

Die Versuche, welche zuerst Thénard, und besonder später Despretz (Poggendorff's Annalen, Bd. X S. 296) über die *Veränderungen*, welche die Metalle, besonders *Eisen* und *Kupfer*, sobald *Ammoniakgas* über dieselben, wenn sie im glühenden Zustande sich befinden, geleitet wird, erleiden, sind den Chemikern hinlänglich bekannt. Despretz glaubte durch die von ihm in dieser Hinsicht eigenthümlich angestellten Versuche es aufser Zweifel gesetzt zu haben, dafs diese Veränderungen von einer wirklichen Aufnahme des *Stickstoffs* durch diese Metalle abhängen. Berzelius, nachdem er Despretz's Versuche kurz erzählt (Lehrbuch

der Chemie, 1833, Bd. II S. 335) äufsert sich, dafs Despretz's Untersuchung viel zu wünschen übrig lasse, dafs aber jedenfalls diese Materie ein interessanter Gegenstand für neue und gründliche Untersuchungen sey.

Es schien mir noch ein anderer Weg als der von Despretz eingeschlagene vorhanden zu seyn, um die Aufnahme des *Stickstoffs* durch gewisse Metalle, wenn sie sich im glühenden Zustande befinden, zu beweisen. Es ist nämlich bekannt, dafs das *Ammoniakgas*, wenn es in seine Bestandtheile zerlegt wird, in ein Gemenge von *Stickgas* und *Wasserstoffgas* zerfällt, das dem Volumen nach aus 1 Volumen des ersteren und 3 Volumen des letzteren besteht. Bei Zerlegung des Ammoniakgases, wie es durch das Streichen über glühende Metalle bewirkt wird, mufs sich demnach dasselbe Verhältnifs von Wasserstoffgas und Stickgas finden, wenn der Stickstoff von den Metallen nicht absorbirt wird, und die merkwürdige Veränderung, welche sie in ihren Eigenschaften erfahren, nicht von der Aufnahme von Stickstoff herrührt; im entgegengesetzten Falle mufs sich ein vergröfsertes Verhältnifs von *Wasserstoffgas* gegen das *Stickgas* ergeben. Der Versuch erfordert allerdings viele Sorgfalt und Vorsicht. Ich zog den Kupferdraht dem Eisendrahte vor, um jede Ungewifsheit, welche durch die Zersetzung eines kleinen Antheils Wasserdampf, der dem Ammoniakgas noch beigemischt gewesen seyn könnte, zu beseitigen. Zu dem Versuche, der wiederholt angestellt ward, wurden gute Porcellanröhren ausgewählt, in welche eine beträchtliche Länge aufgerollten Kupferdrahts von 1 Par. Linie Dicke gesteckt wurde. Das Ammoniakgas wurde aus Salmiak durch gebrannten Kalk entwickelt und über scharf geglühtes Aetzkali geleitet, und die Porcellanröhre an ihrem anderen Ende durch eine rechtwinklich gebogene Röhre mit einer Woulf'schen Flasche verbunden, in welcher Wasser vorgeschlagen war, um das unzersetzt gebliebene Ammoniak-

gas zu absorbiren. Der Versuch wurde mehrere Stunden fortgesetzt, um eine grofse Menge Ammoniakgas zu zersetzen. Das übergehende Gas wurde in getrennten Portionen aufgefangen. Nach beendigtem Versuche zeigte sich der Kupferdraht mit den schönsten Regenbogenfarben spielend, und die am meisten veränderten Portionen desselben waren in hohem Grade zerreiblich. Die Analyse des übergegangenen Gases geschah durch ein sehr gutes Volta'sches Eudiometer, das $\frac{1}{100}$ des Volumens des Gases noch sehr genau anzeigte. Das Gas war erst zur Untersuchung gezogen, nachdem ein beträchtlicher Theil, welchem die atmosphärische Luft der Gefäfse beigemischt seyn mufste, übergegangen war.

Folgendes waren die Resultate dreier Gasportionen, in der Folge der Zeit, in welcher sie übergegangen waren, geordnet:

Erste Portion. 400 Volume wurden mit 200 Volume Sauerstoffgas verpufft. Der Rückstand betrug 200 Vol. Es waren demnach 400 Vol. verschwunden, von denen $266\frac{2}{3}$ auf Rechnung des Wasserstoffgases kommen, so dafs demnach jene 400 Vol. des analysirten Gases nur $266\frac{2}{3}$ Wasserstoffgas enthalten. Aus den folgenden Versuchen läfst sich schliefsen, dafs dieser ersten Portion noch ein Theil atmosphärischer Luft der Gefäfse beigemengt war.

Zweite Portion. Es wurden 300 Vol. des übergegangenen Gases mit 300 Vol. Sauerstoffgas verpufft. Der Rückstand betrug nur 213, und es waren demnach 387 Vol. verschwunden, von denen auf Rechnung des Wasserstoffgases 258 kommen. Jene 300 Vol. des zerlegten Gases hätten, wenn sie nach dem Verhältnisse von 3 : 1 aus Wasserstoffgas und Stickgas zusammengesetzt gewesen wären, nur 225 Vol. Wasserstoffgas und 75 Stickgas enthalten sollen; es war demnach ein Ueberschufs von 33 auf 300, und das Stickgas betrug, statt $\frac{1}{4}$, kein volles Siebentel.

Dritte Portion. Es wurden abermals 300 Vol. des übergegangenen Gases mit 300 Vol. Sauerstoffgas verpufft. Der Rückstand betrug 210 Vol., wovon demnach 390 Vol. verschwanden. Von diesen kommen auf Rechnung des Wasserstoffgases 260, was einen beinahe gleichen Verlust an Stickgas wie in der zweiten Portion anzeigt. Da der Ueberschufs an Wasserstoffgas nicht wohl einer Zersetzung von Wasserdämpfen zugeschrieben werden kann, indem bekanntlich das Wasser durch glühendes Kupfer nicht zersetzt wird, auch für Austrocknung des *Ammoniakgases* die nöthige Sorge getragen worden war, so bleibt keine andere Erklärung übrig, als dafs die Verwandtschaft des Kupfers durch starke Glühhitze hinlänglich gesteigert wird, um wirklich Stickstoff aufzunehmen, von dessen Aufnahme auch jene merkwürdigen physischen Veränderungen abhängen, welche Thénard zuerst beobachtet, und Despretz genauer bestimmt hat, dessen Resultate hierdurch auf einem anderen Wege ihre Bestätigung gefunden haben.

XV. *Beschreibung zweier Apparate zur Bestimmung der Dämpfe der Fumarollen und der in den Mineralwässern enthaltenen Kohlensäure; vom Dr. Hermann Abich.*

Eigene Erfahrung hat mich die Schwierigkeit kennen gelehrt, mit denen die scheinbar so leicht auszuführenden Untersuchungen der elastischen Flüssigkeiten verbunden sind, welche den *Fumarollen* der Solfataren, so wie dem Inneren der vulkanischen Cratere im Laufe ihrer periodischen Eruptionserscheinungen entsteigen. Durch vielfache Versuche überzeugt, dafs die Hauptbedingung bei diesen Untersuchungen, beliebige Quantitäten der zu

prüfenden Gase an jeder Stelle mit Leichtigkeit und insbesondere vollkommen *frei* von atmosphärischer Beimengung aufzufangen, mit Anwendung der bisher zu diesem Endzweck beschriebenen Mittel nicht vollständig zu erreichen ist, kam ich zur Zusammenstellung eines Apparates, der jene Bedingungen zu meiner Zufriedenheit erfüllte. — Die Einfachheit seiner Zusammenstellung, so wie die Leichtigkeit und Schnelle vermittelst desselben, ohne weitere Umwege, sichere qualitative Resultate zu erhalten, sind Eigenschaften, welche eine nähere Beschreibung an diesem Orte vielleicht rechtfertigen dürften. Die Vorrichtung ist folgende: — Eine Flasche von starkem Glase und möglichst cylindrischer Form, Fig. 9 Taf. I, wird unmittelbar über dem Boden durchbohrt und die Oeffnung mit einem genau passenden Korke verschlossen, durch welchen ein, nach Angabe der Figur gebogenes, luftdicht eingefügtes Glasrohr *a* im Inneren der Flasche ausmündet. Die obere Krümmung des Rohres befindet sich in gleichem Niveau mit dem unteren Theile des Korkes, der den Hals der Flasche gleichfalls luftdicht verschliefst und von dem offenen Rohre *b* durchsetzt wird, welches bis zum Boden der Flasche hinabreicht. Oben ist dasselbe gekrümmt und zur Aufnahme einer beliebigen Verlängerungsröhre mit Cautschuck versehen. Vermittelst dieser Vorrichtung wird es möglich, die Dämpfe auch solcher Localitäten schnell und sicher aufzufangen, welche, wie diefs so häufig der Fall ist, nur ein momentanes Annähern, keinesweges aber einen längeren Aufenthalt und unmittelbare Anwendung der, wenn auch noch so gut verwahrten Hände gestatten. Nachdem man dem mit Wasser oder Quecksilber gefüllten Apparate, in möglichster Nähe des Emanationspunktes der zu untersuchenden Dämpfe, eine passende Unterlage gegeben, und das, so tief und dicht als möglich in das Innere der Fumarolle gesenkte Verlängerungsrohr *c* selbst eine Zeit lang dem Durchzuge der Dämpfe

ausgesetzt hat, wird dasselbe vermittelst des Cautschuckröhrchens mit dem Rohre *b* in luftdichte Verbindung gesetzt. Durch bloſses Umdrehen und Heruntersenken des vorerwähnten Rohres *a* wird nun der Eintritt der Dämpfe in die Flasche schnell vermittelt, der durch Wiederaufrichtung des Rohres nach Belieben zu hemmen ist. Sorgt man dafür, die absperrende Flüssigkeit nicht allzusehr zu vermindern, so bleibt der Apparat nach der Trennung vom Rohre *c*, auch bei starker Bewegung, vermöge des, bis auf den Boden der Flasche reichenden Rohres *b* doch vollkommen geschlossen. — Ist die Flasche kalibrirt, und hat man sich nur mit einem kleinen pneumatischen Apparat, bestehend in einer der Form und Gröſse der Flasche zweckmäſsig angepaſsten hölzernen Kapsel, versehen, so ist ersichtlich, wie man mit Leichtigkeit und mit Anwendung einer sehr geringen Menge Quecksilber, vermittelst zuvor in die Flasche gebrachten kaustischen Alkalis, den etwaigen Gehalt an Kohlensäure z. B. *selbst quantitativ* auf der Stelle bestimmen kann, indem man nur nöthig hat das Rohr *a* nahe am Korke unter Quecksilber abzubrechen, um die Absorption der Kohlensäure wahrnehmen zu können, deren Volum durch die kalibrirte Flasche sogleich angezeigt wird. Entsprechender für die *qualitative* Untersuchung der Gasgemenge wird der Apparat aber durch Anwendung präcipitirender Flüssigkeiten, die man zur Absperrung anwendet und leicht in besonderen Fläschchen mit sich führen kann. Da man es in seiner Gewalt hat, die absperrende Flüssigkeit, so oft man will, wieder in die kalibrirte Flasche zu bringen und *bestimmte* Gasmengen auf das Neue hindurch zu leiten, so dürfte eine spätere, mit leichten Mitteln zu bewerkstelligende Absonderung und Bestimmung des gewonnenen Niederschlages auch wohl für annähernde Schlüsse auf den quantitativen Gehalt gewisser Gase in einem gegebenen Volum des Gemenges nicht ganz unbrauchbar erscheinen.

Ich habe mich mit Hülfe dieses einfachen Apparates sehr oft von dem Vorhandenseyn, selbst der kleinsten Mengen von Kohlensäure, Salzsäure, Schwefel- und Hydrothionsäure an solchen Orten überzeugt, wo eine der gewöhnlichen Auffangungsmethoden durchaus zu keinem sicheren Resultate geführt haben würde, und glaube deshalb die Anwendung desselben, namentlich dem reisenden Geologen empfehlen zu können, der selten complicirtere Apparate mit sich zu führen im Stande ist. Zwei bis drei, in der beschriebenen Art vorgerichtete Flaschen, einige schon im Voraus eingepafste Reserveröhren von verschiedener Stärke und in feine Spitzen ausgezogen, die sich nach Bedürfnifs durch Abbrechen leicht erweitern, so wie mit dem Löthrohr verschliefsen lassen, eine Flasche mit destillirtem oder Regenwasser und geringe Mengen concentrirter Lösungen der nöthigen Reagenzien, sind in der Regel vollkommen genügend, und können ohne grofse Schwierigkeiten überall mitgeführt werden, wo günstige Umstände für dergleichen Untersuchungen ein reiches Feld versprechen.

Aus denselben Motiven, welche mich zur Mittheilung des erwähnten Apparates veranlafsten, glaube ich die Beschreibung eines zweiten hinzufügen zu dürfen, von dem mir die Erfahrung gleichfalls bewiesen hat, dafs er die Aufgabe, auf möglichst schnelle und einfache Weise den Gehalt an freier Kohlensäure in besonders reich damit versehenen Mineralwässern, mit Vermeidung jedes Verlustes während der Manipulation, zu bestimmen, wenn auch nicht gänzlich frei von jedem Mangel, doch noch immer entsprechend genug löst, um seine Anwendung auf flüchtigen Reisen empfehlenswerth zu machen.

Ein möglichst fein kalibrirter Cylinder von wenigstens 10 Kubikzoll Inhalt wird durch einen sorgfältig ausgewählten Kork luftdicht verschlossen, in welchen zwei enge Glasröhren *a* und *b*, Fig. 10 Taf. I, gleichfalls luftdicht eingepafst sind. Die offene Röhre *b* ist unmit-

telbar über dem Korke abgeschnitten, und reicht mit ihrer unteren Oeffnung bis auf den Boden des Cylinders hinab. Die zweite Röhre *a*, von etwa gleicher Länge, muſs, ihrer Bestimmung gemäſs, im Korke auf und nieder zu schieben seyn. Die Anwendung des Apparats, vermittelst eines die Kohlensäure präcipitirenden Reagenz, ergiebt sich nun leicht. Nachdem durch einen vorläufigen Versuch ermittelt worden, in welcher Menge und Verdünnung eine schon im Voraus präparirte Mischung von Chlorbaryum und Ammoniak anzuwenden ist, um einem, dem Inhalte des Cylinders gleichkommenden Volum des zu untersuchenden Wassers alle Kohlensäure zu entziehen, wird eine, zur gänzlichen Ausfällung der Kohlensäure etwas *mehr* als hinreichende Quantität jenes Reagenz in den Cylinder gebracht, und der Stand dieser Flüssigkeit in demselben genau angemerkt. Das Rohr *a* wird hierauf bis zu einiger Entfernung seiner unteren Mündung von dem Pfropfen in die Höhe gezogen (Fig. 10 Taf. I), und der Apparat, durch Gewichte beschwert, hierauf schnell bis an die obere Mündung des Rohres *a* in die Quelle gesenkt. Nachdem der Cylinder sich bis zu dem Punkte, wo die aufsteigende Flüssigkeit die Röhre *a* verschlieſst, gefüllt hat, und die vorhandene Kohlensäure auf diese Weise mit Vermeidung jedes Verlustes durch Entweichung im Innern der Quelle selbst vollständig gefällt ist, wird der Apparat heraufgezogen. Ist man mit Trichter und Papier versehen, so läſst sich das gewonnene Präcipitat, welches die sämmtliche Kohlensäure enthält, die sowohl im freien als gebundenen Zustande in einem, vermittelst des kalibrirten Cylinders direct bestimmbaren Volum des Wassers enthalten war, sogleich filtriren, und kann so für die weitere Untersuchung (in einem Kastellglase mit eingeriebenem Stöpsel) aufbewahrt und mitgenommen werden.

Einer später, mit hinreichender Quantität desselben Wassers anzustellenden Analyse muſs es natürlich vor-

behalten bleiben, den Gehalt desselben an einfachen und doppelten Carbonaten besonders auszumitteln, und die demselben entsprechende Kohlensäuremenge von jenem Niederschlage in Abrechnung zu bringen.

XVI. *Künstlicher Rubin.*

Vor einigen Monaten überreichte Hr. Gaudin der Pariser Academie eine Notiz, in der derselbe anzeigte, dafs es ihm geglückt sey, Rubin im Grofsen zu erzeugen. Diese Notiz, in welcher jedoch das Verfahren nur angedeutet war, wurde den HH. Berthier und Becquerel zur Prüfung übergeben, und dieselben erstatteten darüber neuerlich folgenden Bericht.

Zur Darstellung rubinähnlicher Substanzen gebraucht Hr. Gaudin ein Löthrohr aus einem Stück, gebildet aus zwei concentrischen hohlen Cylindern von Platin, von denen das eine mit einem seiner Enden zu einem Behälter voll Sauerstoffgas, und das andere zu einem Behälter mit Wasserstoffgas führt, während die beiden anderen Enden, zur besseren Vermischung der Gase, mit convergirenden Oeffnungen versehen sind [1]).

Seit langer Zeit weifs man, dafs Thonerde vor dem Knallgasgebläse schmilzt, aber Niemand vor Hrn. Gaudin hat gesucht, diese Erde in Kügelchen von mehren Millimetern Dicke zu schmelzen. Als er ein Stück Kali-Alaun der Wirkung seines Löthrohrs aussetzte, erhielt er eine vollkommen runde und klare Kugel. Da indefs das Platinrohr an mehren Punkten durchbohrt und geschmolzen war, so hatte er nach dem Erkalten, statt einer klaren Kugel, ein trübes Sphäroid, das inwendig

1) Der Apparat scheint also dem Daniell'schen Hahne (Annalen, Bd. XXVIII S. 635) ähnlich zu seyn. P.

mit kubischen oder rhomboëdrischen Krystallen ausgekleidet war. Diese Krystalle ritzten Bergkrystall, Topas, Granat, Spinell; sie verhielten sich also, was Härte betrifft, wie gewöhnlicher Rubin. Sie schienen bloſs aus Thonerde zu bestehen, da das Kali bei der hohen Temperatur, welcher der Alaun ausgesetzt wurde, verfliegt.

Mit einem noch stärkeren Apparat, als der erstere, wiederholte er den Versuch mit einem Gemenge von Ammoniak-Alaun und 4 bis 5 Tausenteln chromsauren Kalis, nachdem er dieses Gemenge zuvor geglüht und zu einem Schälchen geformt hatte, um durch Richtung der Flamme auf den concaven Theil den gröſsten Effect hervorzubringen. In wenig Augenblicken war die innere Fläche dieses Schälchens mit schön rubinrothen, schwach durchsichtigen Kügelchen bekleidet, von denen einige die Form und die Spaltbarkeit des Rubins besaſsen.

Hr. Malaguti, der diese Kügelchen zerlegte, fand sie zusammengesetzt aus 97 Kieselerde, 1 Chromoxyd, und 2 Kieselerde und Kalk, also dem Rubin analog [1]).

Bei den Versuchen, welche die HH. B. und B. neuerdings mit beiwohnten, bediente sich Hr. Gaudin nur einer mit Sauerstoffgas gespeisten Alkohollampe. Sie fanden die von ihm angegebenen Thatsachen richtig. (*Compt. rend.* 1837, *II*, *p.* 325.)

1) Ausführlicher ist die Analyse in den *Compt. rend.* 1837, *I* *p.* 999 angegeben. Es sey daraus nur bemerkt, daſs Hr. Malaguti ausdrücklich versichert, kein Kali in dem künstlichen Rubin gefunden zu haben. Die analysirte Probe wog 0,187 Grm.

XVII. *Nephelin in Sachsen.*

Bei der Stadt Löbau in der sächsischen Ober-Lausitz fand ich im Herbste v. J. ein krystallinisch-körniges, aus Nephelin, Augit und Magneteisen bestehendes Gestein, das den gröfseren Theil des Löbauer Berges bildet, und nur am westlichen und nordwestlichen Abhange desselben durch dichten, festen Basalt und Olivin ersetzt wird. Unter den drei vollkommen deutlich unterscheidbaren Gemengtheilen dieses sehr ausgezeichneten Dolerits erschien der Nephelin an mehreren Punkten des Berges sogar als der vorherrschende, selten dagegen krystallisirt, obwohl ich auch mehrere ganz ausgebildete Krystalle desselben von 1 bis 2 Linien Länge, die sechsseitige Säule mit gerade angesetzter Endfläche, in Drusenräumen auffand. Der Nephelin ist hier theils graulichweifs und durchscheinend, theils grünlichweifs oder lichtbräunlich, und in letzterem Falle weniger durchscheinend; der Augit stets dunkelschwarz und am häufigsten krystallisirt. Das Magneteisen dagegen erscheint meist nur untergeordnet, seltner angehäuft, immer aber stark glänzend mit metallischem Glanze. Abgesehen von dem Vorhandenseyn der für Nephelin so bezeichnenden Krystallform läfst auch das Undurchsichtigwerden durchsichtiger Splitter in Salpetersäure, das Gelatiniren in erhitzter Chlorwasserstoffsäure, endlich die der des Feldspaths gleichkommende Härte über die Richtigkeit der Bestimmung unseres Gemengtheils im Dolerit als Nephelin keinen Zweifel. — Sonst habe ich den Nephelindolerit an keinem anderen Punkte der Ober-Lausitz mehr vorgefunden.

T. E. Gumprecht.

XVIII. *Ueber die Ausdehnbarkeit der Luft. Briefliche Notiz an den Herausgeber.*

— In Bezug auf Rudberg's Bestimmung des Ausdehnungs-Coëfficienten der atmosphärischen Luft (Annalen, Bd. XXXXI S. 271) nehmen Sie vielleicht von folgender Bemerkung Notiz. In den *Tabulis Regiomontanis* (*p. LX*) giebt Bessel an, er habe aus den Beobachtungen von 56 Sternen, deren Zenithdistanzen 60° überstiegen, den Ausdehnungs-Coëfficienten =0,36438 gefunden. Rudberg giebt für denselben die Gränzen 0,364 und 0,365. Doch mufs ich noch bemerken, dafs Bessel an der angezogenen Stelle seinen Coëfficient als einem mittleren Feuchtigkeitszustande der atmosphärischen Luft entsprechend bezeichnet. —

Berlin. F. Strehlke.

XIX. *Darstellung des Aconitin. Briefliche Mittheilung vom Hrn. T. Morson in London.*

Das Aconitin ist in England in vielen sehr verzweifelten Fällen des *Tic douloureux* mit grofsem Erfolg angewandt worden, und zwar in Form einer Salbe, bestehend aus einem Gran des Alkaloïds und sechszig Gran Schmalz, mit welcher die leidenden Theile 10 bis 15 Minuten lang gerieben wurden.

Man bereitet dieses Alkaloïd am besten, wenn man das alkoholische Extract der trocknen Wurzel mit verdünnter Säure (z. B. Schwefelsäure) behandelt, um das fette Oel abzusondern. Darauf setzt man zu der sauren

Lösung so viel Ammoniak, dafs sie ein wenig alkalisch reagirt. Das Aconitin schlägt sich nun nieder, und bedarf zu seiner ferneren Reinigung nichts als einer Auflösung in Aether und einer Behandlung mit Thierkohle in der gewöhnlichen Weise. Hitze ist bei dem ganzen Procefs zu vermeiden. Im Zustande der Reinheit ist das Aconitin vollkommen weifs, so gut wie unlöslich in Wasser, löslich aber in Alkohol, Aether und Säuren. Die Menge, in der man es aus der Wurzel erhält, ist sehr gering.

XX. *Vorrichtung zur Darstellung Newton'scher Ringe.*

Man nehme zwei Scheiben von dünnem Tafelglase (*Dutch plate*), etwa sechs bis acht Zoll im Durchmesser haltend, und vergolde die eine auf einer Seite ringsum einen Viertelzoll breit, vom Rande gerechnet, durch einfach aufgelegtes Blattgold; dann lege man die Platten so auf einander, dafs der Goldring dazwischen kommt, und presse sie nun in der Mitte gegen einander, mittelst einer Schraube, die, einem Stifte gegenüber, in einem um die Platten geschobenen Rahmen von Eisen oder Messing angebracht ist. Dadurch kommen die Glasplatten in der Mitte zur gegenseitigen Berührung, während sie vom Rande ringsum nur durch die Dicke eines Goldblatts getrennt bleiben. Man hat also zwei Kugelflächen von sehr grofsem Radius, und mufs demnach bei etwas schief einfallendem Licht die Ringe in grofser Vollkommenheit sehen. (Ritchie in *Mag. Ser. III T. X p.* 183.)

Berichtigungen zum Heft 8.

Im Aufsatz von E. Simon. S. 569 Z. 12 v. u. statt: alkalische Extract. l. alkoholische Extract.

Im Aufsatz von Thaulow. S. 639 Z. 8 v. u. statt: kohlensauren Eisenoxyd l. kieselsauren Eisenoxyd.

1837. ANNALEN *No.* 10.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXII.

I. *Ueber den bei manchen Personen vorkommenden Mangel an Farbensinn; von A. Seebeck.*

Unter den Unvollkommenheiten, welche man in Beziehung auf den Gesichtssinn zuweilen antrifft, ist eine der merkwürdigsten, das mangelhafte Vermögen, Farben zu unterscheiden. Angeboren, nicht selten erblich und mehreren Gliedern einer Familie gemeinsam, findet sich dieser Fehler häufiger, als man wohl gewöhnlich glaubt, und verdient nicht minder die Aufmerksamkeit des Physikers, als des Physiologen. Zwar sind bereits viele Fälle dieser Art in verschiedenen Schriften angeführt, aber nur die Minderzahl derselben ist in hinreichender Ausführlichkeit beschrieben, und selbst wo diefs geschehen ist, sind nicht alle Folgerungen aus den Beobachtungen so gezogen, als erforderlich ist, um sich eine vollständige Vorstellung von dem Gegenstande zu machen.

Vergleicht man die vorhandenen Beschreibungen dieses Gesichtszustandes mit einander, so findet man fast immer eine so grofse Uebereinstimmung zwischen denselben, dafs es scheint, als kämen zwar in Beziehung auf die *Stärke* der Verwechselungen Unterschiede vor, nicht aber in Beziehung auf die *Art* derselben. Das Erstere nämlich wird stattfinden, wenn der Eine das nur ähnlich findet, was dem Andern ganz gleich erscheint, nicht aber umgekehrt; das Letztere dagegen würde der Fall seyn, wenn der Eine Farben unterschiede, die der Andere verwechselt, aber umgekehrt andere verwechselte, die dieser unterscheidet. Ob Unterschiede der letzten Art vorkommen, wird sich nicht leicht anders entscheiden lassen, als wenn ein Beobachter mehrere Fälle un-

mittelbar mit einander zu vergleichen Gelegenheit hat, wie denn überhaupt bei Erscheinungen dieser Art vorzüglich durch eine Vergleichung vieler Fälle eine sichere Schlufsfolgerung zulässig wird.

Ich halte daher nicht für überflüssig von den Beobachtungen, die ich an zwölf Personen in Betreff dieses Gegenstandes angestellt habe, und zu denen noch ein von meinem Vater untersuchter Fall hinzukommt, hier einen genauen Bericht zu geben.

Es wird sich zeigen, dafs die von mir untersuchten Individuen in Beziehung auf die *Art* der Verwechselungen in zwei deutlich unterschiedene Klassen zerfallen, so jedoch, dafs auch unter den zu *einer* Klasse gehörigen Personen noch kleine Unterschiede in Beziehung auf die Art, gröfsere in Beziehung auf die Stärke der Verwechselungen vorkommen.

Wie häufig ein solcher Mangel an Farbensinn ist, mag man unter anderem daraus entnehmen, dafs unter einigen und vierzig jungen Leuten aus den beiden obersten Klassen eines Gymnasiums sich fünf befanden, die diese Eigenschaft besitzen (die nachher unter I, II, VIII, IX und XI beschriebenen Fälle). Es wird jedoch sehr oft das Vorkommen eines solchen Mangels unbeachtet bleiben, indem zuweilen die nächsten Angehörigen solcher Personen, ja sogar diese Personen selbst ihn nicht gewahr werden, wovon weiterhin einige Beispiele vorkommen.

Man hat bemerkt, dafs diese Eigenschaft viel häufiger bei blauen, als bei braunen Augen stattfindet; auch unter den von mir untersuchten Fällen sind nur zwei der letzteren Art. Doch hat diefs wohl, wenigstens zum Theil, seinen Grund darin, dafs blaue Augen überhaupt bei uns viel häufiger sind, als braune; eben so in England, von wo wir die meisten Beschreibungen ähnlicher Fälle haben.

Ueber die Art, wie meine Untersuchungen ange-

stellt sind, bemerke ich voraus Folgendes: Man erhält nur unvollständige und wohl selbst irrige Resultate über diesen abnormen Gesichtszustand, wenn man sich bloſs die Namen der vorgelegten Farben sagen läſst, und aus dem unrichtigen Gebrauche derselben die stattfindenden Verwechselungen beurtheilen will. Ein genaueres Resultat und eine vollständigere Uebersicht aller Verwechselungen erhält man, wenn man ein möglichst vollständiges Sortiment farbiger Gegenstände ungeordnet den zu prüfenden Individuen vorlegt und sie dieselben nach ihrer Weise ordnen läſst. Man findet dann leicht solche, die, so verschieden sie auch dem normalen Auge erscheinen, von dem abnormen für ganz gleich, oder wenigstens für sehr ähnlich gehalten werden. Im letzteren Falle erhält man einen guten Maaſsstab für die Aehnlichkeit zwischen zwei Farben, wenn man eine dritte dazu nimmt, die einer von beiden in Wirklichkeit (d. h. für das gewöhnliche Auge) sehr nahe kommt, sich aber von ihr nach dem Urtheile des fehlerhaften Auges wenigstens eben so sehr unterscheidet, als die beiden ersten unter sich [1]). Mit undurchsichtigen gefärbten Gegenständen läſst sich dieſs am vollständigsten ausführen, weil man sich dieselben leicht in hinreichender Auswahl verschaffen kann. Gefärbte Wolle würde sich dazu recht gut eigenen, weniger Seide, da der Glanz derselben den mit diesem Fehler behafteten Personen die Bestimmung der Farben sehr erschwert. Ich habe mich eines Vorraths von 300 farbigen Papieren bedient, die den zu prüfenden Individuen nach und nach zur Anordnung übergeben wurden. Aehnliche Versuche sind mit farbigen Gläsern gemacht worden. Endlich sind bei einigen Individuen Versuche

1) Dabei ist vorausgesetzt, was nach allen meinen Beobachtungen, und besonders nach einigen später anzuführenden Versuchen der Fall zu seyn scheint, daſs das fehlerhafte Auge einen Unterschied zweier Farben, wohl geringer, nicht aber gröſser sehn kann, als das gewöhnliche.

mit den prismatischen und mit Interferenzfarben angestellt. Diese letzte Art des Versuchs würde in sofern den Vorzug verdienen, als man hier die physikalische Beschaffenheit der Farben kennt; allein diese Versuche sind darum weniger ergiebig, weil man sich dabei gröfstentheils nur an die unrichtigen Benennungen halten kann.

Erste Klasse.

I.

E., 18 Jahr alt, hat hellblaue Augen und hellbraune Haare. Sein Gesicht ist scharf und reicht gut in die Ferne. Von früher Zeit her ist ihm bekannt, dafs er die von seinem Vater geerbte Eigenschaft besitzt, Farben zu verwechseln.

In dem Gebrauche der Farbennamen zeigte sich E. höchst unsicher; er gebrauchte den Namen *Blau* für Blau und Lila, auch wenn diese Farben bis fast in's Grüne gingen; den Namen *Grün* für Grün, besonders bläuliches Grün, für Grau, sowohl reines, als solches, das in's Lila neigt, für Rosenroth bis zu ziemlich dunkler Schattirung, und auch wenn dasselbe schon etwas in's Violett neigt, endlich auch für sehr helles, in's Graue oder Grünliche gehendes Blau; die Benennung *Roth* gebrauchte er für alles Gelb und Orange, für Gelbroth, für helleres, besonders gelbliches Grün, so wie für Gelbbraun und Rostbraun; den Namen *Braun* für dunkleres Gelbroth, auch Dunkelgrasgrün; als eine Art *Roth* oder *Braun* bezeichnete er endlich Carmoisin, Dunkelviolett, schwärzliches und bräunliches Dunkelgrün und Braun. Die Benennungen Gelb und Grau gebrauchte er gewöhnlich gar nicht. Indefs würde man sich aus diesem Gebrauche der Namen leicht eine unrichtige, in jedem Falle eine unvollständige Vorstellung von der Art seines Farbensinnes machen. Genauer ist dieser charakterisirt durch folgende Resultate, die aus der den Papieren von ihm

gegebenen Anordnung und den dabei gemachten Bemerkungen hervorgingen.

Die auffallendste Verwechselung, die bei ihm vorkommt, ist die von Roth mit Grün und beider Farben mit Grau oder nach Umständen mit Braun [1]). Er stellte Rosenroth, selbst ziemlich tiefes, mit einem etwas bläulichen Grün und beide mit reinem Grau als gleich zusammen. Ein lebhaftes Carmoisin fand er einem grünlichen Grau, und ein anderes mehr in's Violette gehendes einem dunkeln, wenig in's Bräunliche gehenden Grau, so wie einem matten Bläulichgrün, ganz gleich. Dunkles Grasgrün, Dunkelcarminroth und Dunkelbraun legte er als ähnlich zuammen, eben so helleres Grasgrün mit hellerem Graubraun. Sehr dunkles Grün fand er mit schwärzlichem Braun, dunkles Olivengrün mit reinem Braun, so wie ein lebhaftes und reines Hellgrün mit einem etwas unreinen Fleischroth und mit lichtem Graubraun ganz einerlei. Ein höchst lebhaftes gesättigtes Grün (etwas gelblich) erschien ihm von einem nicht minder lebhaften und tiefen Gelbroth (dunkelponceau) nur durch etwas gröfsere Hellſigkeit verschieden; helleres Gelblichgrün verwechselte er mit gesättigtem Orange und Gelbbraun. — Weniger auffallende Verwechselungen kommen beim Gelb und beim Blau vor. Doch fand E. ein lebhaftes Orange mit einem dunkeln, aber ziemlich reinen Gelb einerlei. Blasses Orange legte er mit reinem Hellgelb zusammen. — Himmelblau verwechselte er mit Graublau, und, zumal wenn es etwas in's Grünliche ging, mit Graulila [2]). Lila fand er theils

1) Dafs Farben auch mit Grau verwechselt werden, ist eine Erscheinung, die ich auch in allen übrigen von mir untersuchten Fällen bemerkt habe, und es ist auffallend, dafs dieser Umstand, der nicht ohne Wichtigkeit ist, in den sonstigen Beschreibungen ähnlicher Fälle gröfstentheils unbeachtet geblieben ist.

2) Ich will nicht unerwähnt lassen, dafs das reine Blau mir eher etwas heller zu seyn schien, als das damit verglichene unreine, obgleich ich auf diese Wahrnehmung keinen besonderen Werth

einem bläulichen Grau, theils einem Graublau gleich. Auch ein helles Bläulichgrün fand er einem blassen, in's Grau fallenden, ziemlich röthlichen Violett ähnlich. — Blau und Gelb werden gar nicht mit einander verwechselt, vielmehr scheint zwischen diesen beiden Farben der stärkste Contrast stattzufinden, daher auch, als die sämmtlichen Papiere zu einer Reihe geordnet wurden, die blauen (nebst Graublau und Lila) an das eine, die mit überwiegendem Gelb (die gelbrothen, gelbgrünen, gelbbraunen) an das andere Ende der ganzen Reihe gestellt wurden. Blau und Roth werden ebenfalls nicht mit einander verwechselt, doch ist der Contrast zwischen diesen geringer, wie man aus der Verwechselung von Blau mit Graulila erkennt, und auch in der diesen Farben gegebenen Folge bemerken kann. Mit Roth und Gelb verhält es sich ähnlich; nie wird reines Roth, wohl aber Orange mit Gelb verwechselt; auch reihte E. die gelben Papiere den gelbrothen, gelbgrünen und gelbbraunen als hellere Schattirung an.

Ich liefs E. zuletzt sämmtliche Papierproben in Schattirungen legen, so dafs jede Farbe allmälig vom Helleren in's Dunklere abstuft. Aus diesen liefs ich ihn, der leichteren Uebersicht wegen, einen Theil so ausschiefsen, dafs die übrigbleibenden für sein Auge noch immer eine eben so gute, und hin und wieder selbst verbesserte Abstufung bilden, während ich jedoch diefs Geschäft so beaufsichtigte, dafs er nicht etwa zufällig, vielleicht in der Meinung, eine Doublette zu tilgen, die auffallendsten Beispiele von Verwechselung zerstörte. So erhielt ich eine aus 140 Nummern bestehende Farbentafel, um sie zum Vergleiche in anderen Fällen zu gebrauchen. Dieselbe besteht aus vier Reihen, von denen

legen darf; denn da diese Verwechselung nur in hellen Schattirungen vorkam, so liefs sich nicht mit Sicherheit darüber entscheiden; auch ist mir sonst durchaus nichts vorgekommen, was eine geschwächte Empfindung für das blaue Licht zeigte.

die erste alles reine Blau enthält, zugleich aber auch Lila und Graublau bis fast Bläulichgrau, und von ihm *blau* genannt wurde; die zweite umfaſst reines Grau, Rosenroth und Grün, das ein wenig in's Bläuliche oder Graue neigt, und wurde *grün* genannt; die dritte, die E. *braun* nannte, enthält Schwärzlichbraun, Dunkelbläulichgrün und Dunkelviolett, und weiterhin Carmoisin, reines Dunkelgrün und solches Dunkelbraun, das ein wenig in's Grau neigt; die vierte wurde *roth* genannt, und geht von Dunkelroth durch Grasgrün, Zinnober- und Ziegelroth, so wie durch Gelblichbraun in Orange und reines Gelb. Die erste Reihe enthält also am meisten Blau, die letzte am meisten Gelb, die beiden anderen stehen ziemlich in der Mitte, doch streifen die Farben der dritten Reihe sehr nahe theils an die der vierten, theils in den helleren Tönen an die der zweiten; auch kommen zum Theil die der ersten Reihe einigen der zweiten und dritten ziemlich nahe. Es zeigt sich daher hierin, wie überhaupt in der Schwierigkeit, welche E. bei dieser ganzen Anordnung fand, daſs er *überall* nur schwache Contraste der Farben wahrnimmt.

Der unvollkommene Farbensinn E.'s läſst sich auf folgende sehr einfache Bemerkungen zurückführen:

1) Das rein rothe Licht (Rosa) ist ihm vom farblosen wenig oder gar nicht verschieden; ebenso daher auch das Grün, das, mit jenem Roth gemischt, farbloses Licht, Grau, giebt. Die Verwechselung von gelblichem Roth, Grün und Braun folgt daraus, indem man sich zu jenem Roth, Grün und Grau einen gleichen Antheil Gelb zugemischt denkt [1]).

[1]) Es ist hiebei vorausgesetzt, daſs zwei Farben, die einzeln gleich erscheinen, auch mit einer dritten, der sie beide in gleichem Maaſse zugesetzt werden, eine gleiche Mischung geben müssen, eine Annahme, die sowohl in der Natur der Sache liegt, als auch durch einige Versuche mit Farbenkreiseln bei einem der nachher folgenden Individuen bestätigt ist.

2) Das blaue Licht unterscheidet er zwar besser, als das rothe und grüne vom farblosen, aber doch weit mangelhafter als ein normales Auge, indem eine starke Beimischung von Grau oder — was für ihn dasselbe ist — von Roth ihm diese Farbe oft kaum merklich verändert, so dafs er zwischen Blau und Grau weit weniger Abstufungen hat, als wir.

3) Dafs auch für das gelbe Licht die Wahrnehmung in ähnlicher Weise wie für das blaue unvollkommen seyn mufs, ergiebt sich theils daraus, dafs er auch diese Farbe, wenn sie rein ist, von einer Mischung derselben besonders mit Roth nicht unterscheidet, theils daraus, dafs, wo das Roth und Blau nicht vollkommen vom Grau unterschieden wird, diefs auch der Fall seyn mufs mit dem Gelb, das, mit jenen beiden Farben gemischt, Grau erzeugt.

E. hat demnach eine nur sehr unvollkommene Wahrnehmung für *alle* Farbencontraste, unterscheidet jedoch einigermafsen drei Grundfarben. Die eine, die er gewöhnlich Grün nennt, mag ihm den Eindruck machen, den wir vom Grau haben, und umfafst das, was wir Grau, reines Roth (Rosa) und Bläulichgrün nennen, Die zweite, die er Blau nennt, mag ihm so erscheinen, wie uns ein mattes Blau oder Graublau, und umfafst Alles, was wirklich überwiegend Blau enthält. Die dritte, die er Roth, oder, wenn sie dunkel ist, Braun nennt, mag ihm so erscheinen, wie uns ein mit mehr oder minder Grau vermischtes Gelb, und umfafst das, was wir Gelb, Gelblichroth, Gelblichgrün und Gelblichbraun nennen.

Es ist auffallend, dafs E. gerade den Namen Gelb gar nicht gebraucht; doch beweist diefs nicht, dafs er für diese Farbe weniger empfindlich sey, als für andere, sondern es zeigt sich darin nur, dafs ihm, bei seiner mangelhaften Empfindung für Roth, die gelbe Farbe als eine hellere Schattirung der gelbrothen erscheint, daher er

den Namen Roth, den er für die letztere oft hat brauchen hören, auch auf die erstere überträgt.

Versuche mit farbigen Gläsern. Ich legte E. eine Anzahl farbiger Glastafeln vor, die, in einigem Abstande vom Auge, gegen den hellen Himmel gehalten wurden, und liefs ihn dieselben nach der Farbe ordnen und benennen. Die Verwechselungen, welche er hier beging, waren ähnlicher Art, wie bei den Papieren. Er bezeichnete mit dem Namen *Roth* die gelben, orange und rothen (gelblichrothen) Gläser, so wie ein braunes und ein schönes, etwas gelbliches, dunkelgrünes Glas; das letztere fand er auch mit einem feurigen dunkelrothen Glase von einerlei Farbe. Er gebrauchte die Benennung *Braun* für ein braunes und ein dunkelgelbrothes Glas, und den Namen *Grün* für mehrere grüne und einige unreine, in's Bräunliche und Violette ziehende rothe Gläser, die er auch mit einigen wirklich grünen für gleich erklärte. Einige röthlichviolette wurden *bläulichgrün* genannt, und mit der Farbe, welche durch Zusammenlegen von grünen und blauen Gläsern entstand, einerlei gefunden. Mehrere, und zum Theil ziemlich tiefe bläulichgrüne Gläser erschienen ihm, gegen helle Gegenstände gehalten, farblos und nur dunkel; als sie aber auf weifses Papier gelegt wurden, erkannte er sie für Grün. *Blau* nannte er die blauen und mehrere violette Gläser, und verwechselte Blau mit Violett in stärkerem Maafse als bei den Papieren. Diefs mag folgenden Grund haben: So wie unserem Auge eine Beimischung von Grau in einem undurchsichtigen Pigmente viel merklicher ist, als eine Beimischung von farblosem Lichte in durchsichtigen Farben, so wird dem Auge E's, das reines Roth vom farblosen Lichte nicht unterscheidet, die rothe Beimischung in den Pigmenten ebenfalls merklicher seyn müssen als an den Gläsern.

Versuche mit den prismatischen Farben. Ich liefs im verfinsterten Zimmer das Sonnenlicht durch eine

rizontale, $\frac{1}{8}$ Zoll breite Spalte auf ein Flintglasprisma fallen, den brechenden Winkel des Prismas nach unten gekehrt, und fing das Spectrum auf einer weifsen Fläche auf.

E. nannte den violetten Theil *dunkelblau*, den blauen, bis ein wenig in's Grün hinein, *hellblau;* die Gränze zwischen Violett und Blau wufste er nur unvollkommen zu bestimmen. Den ganzen unteren Theil des Spectrums, nämlich den gröfsten Theil des Grün, das Gelb, Orange und Roth nannte er *roth;* der rothe Theil erschien ihm am stärksten roth, der gelbe am wenigsten. Wenn man das auf der Wand aufgefangene Spectrum durch gelbe Gläser betrachtet, so wird für das gewöhnliche Auge das Violett und bei stärkerem Gelb gröfstentheils auch das Blau unsichtbar, und man erblickt dann ein ziemlich kurzes Spectrum, das aus einer grünen und rothen Hälfte besteht, die durch die gelbe Mitte mit einander verbunden sind. Als E. denselben Versuch machte, erklärte er das Ganze für Roth, das in der Mitte am hellsten sey, und nach beiden Seiten dunkler werde.

Ich richtete meine Aufmerksamkeit besonders darauf, ob E's Auge für irgend einen Theil des prismatischen Lichtes eine schwächere Empfindung habe, als das gewöhnliche Auge; ich habe aber durchaus nichts entdecken können, das zu einer solchen Annahme berechtigte. Ich liefs ihn nämlich angeben, wo ihm die Gränzen des ganzen Spectrums erschienen, nicht nur mit unbewaffnetem Auge, wo er sowohl die obere, als die untere Gränze richtig angab, sondern auch mit farbigen Gläsern vor dem Auge, wo er die Gränzen immer eben so angab, wie sie mir bei einer gleichen Bewaffnung des Auges erschienen. Man wird den Grund dieser Art des Versuchs deutlicher einsehen, wenn ich weiter unten die Resultate anführe, die ich bei demselben Verfahren bei der zweiten Klasse erhielt. Als ich E. fragte, welche Stelle des Spectrums seinem (unbewaffneten) Auge am

hellsten erscheine, bezeichnete er das Orange und Gelb bis in's Grün hinein.

Versuche mit Interferenzfarben. Ich erzeugte die entoptische Figur an einer quadratischen Glasplatte. Die Reflexionsebenen der beiden schwarzen Spiegel waren rechtwinklich gegen einander, und da die $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke Glasplatte 9 Zoll Seite hatte, so war die Figur grofs genug, um die Stellen, deren Farben angegeben werden sollten, deutlich zu bezeichnen. Ich liefs E. die Farben von dem durch die Mitte der Figur gehenden schwarzen Kreuze bis in die Mitte des die eine Ecke einnehmenden Pfauenauges angeben. Er nannte das schwarze Kreuz: dunkel, ohne Farbe; da, wo es gegen das Weifs hin in's Grau übergeht, nannte er es *blau,* und rechnete auch das Weifs (der ersten Ordnung) mit zu blau; von da, wo das Gelb angeht, bis an das, hier sehr schmale Roth, nannte er die Farbe *roth;* das Roth mit dem folgenden Blau (der ersten Ordnung) nannte er *blau;* das dann folgende Gelb (der zweiten Ordnung) wieder *roth,* das folgende, in's Violett neigende Roth und Blau: *blau,* und endlich das Grün, das die Mitte des Pfauenauges einnahm, wieder *roth.*

Ganz eben so beschrieb E. die Farben der ersten Ringe an der entoptischen Figur einer Kalkspathplatte. Da jedoch der objective Versuch vorzuziehen ist, so stellte ich durch den von Newton (*Opt. L. II p. IV*) beschriebenen und von dem Herzog von Chaulnes vervollkommneten Versuch die Farbenringe auf einer weifsen Fläche dar, mit einer Oeffnung von 2 bis 3 Linien Durchmesser und einem kleinen, etwas mattgeschliffenen Hohlspiegel von Glas, von 3 Fufs Brennweite. Die ziemlich farblose Mitte nannte E. hell; die Farben des ersten Rings, welcher nach innen bräunlich, nach aufsen blau ist, gab er richtig an. Das unvollkommene Weifs, welches diesen vom zweiten Ringe trennt, nannte er einen Uebergang vom Blau in's Roth. Das Gelb des

zweiten Farbenringes bis in's Roth hinein, nannte er *roth;* das übrige Roth nebst etwas Blau bis in's Grün hinein: *blau;* das übrige Grün, das folgende schmale Gelb bis in's Roth des dritten Ringes hinein: *roth;* den übrigen Theil des Roth aber nebst dem folgenden Grün nannte er *grau.* Die folgenden Ringe zeigen nur noch Roth und Grün; es waren deren noch fünf sichtbar; von diesen sah E. den äufsersten nicht mehr. An den übrigen aber bezeichnete er den äufsersten Theil des Grün nebst dem darauf folgenden gröfsten Theil Roth mit dem Namen *Roth*, den äufsersten Theil des Roth aber nebst dem gröfsten Theile des Grün mit dem Namen *Grau*, und es schienen ihm diese letzteren Ringe dunkler als die rothen, wodurch er auch wohl vorzüglich im Stande war, beide noch von einander zu unterscheiden.

Ich stellte auch noch, wie bei dem von Herschel (*Light*, §. 507) beschriebenen Versuche ein Glimmerblättchen im Polarisationsapparate auf, durch dessen verschiedene Neigung verschiedene Farben erzeugt werden konnten. Wie bei den vorhergehenden Versuchen bezeichnete E. das auf diesem Wege erzeugte Gelb mit dem Namen *Roth* und das Blau mit dem Namen *Blau;* das Roth aber, das etwas in's Violett neigte, bezeichnete er einmal als *hellblau*, ein andermal als Uebergang aus Blau in Roth.

Im Allgemeinen bestätigen diese Versuche das was sich oben aus den Papierproben ergeben hat; nur scheint, so viel man aus den falschen Benennungen entnehmen kann, sowohl bei den prismatischen, als bei den Interferenzfarben Blau mit Violett und mit einem etwas bläulichen Roth in höherem Maafse verwechselt zu werden, als bei den undurchsichtigen Pigmenten. Diefs scheint auf demselben Grunde zu beruhen, wie die ebenfalls ziemlich starke Verwechselung von Blau und Violett bei den farbigen Gläsern.

E's Vater verwechselt die Farben ebenfalls und stimmt

mit dem Sohne, wie dieser mir sagt, in seinen Angaben ganz überein. Der Grofsvater von väterlicher Seite hat diesen Fehler nicht. Unter E's Geschwistern hat nur ein Bruder diese Eigenschaft, der indefs Roth und Blau stärker verwechseln soll. Auch ein Bruder des Vaters soll in hohem Grade die Farben verwechseln, darunter namentlich Roth mit Blau.

II.

v. R., 18 Jahr alt, hat hellbraune Haare und blaue Augen; die Iris des rechten Auges hat einen gröfseren braunen Fleck, der in der Kindheit bei einer Krankheit entstanden seyn soll. Sein Sehvermögen ist sonst gut für Nähe und Ferne. Dafs er die Farben verwechselt, wurde von seinen Eltern schon früh bemerkt, und war ihm selbst daran auffallend, dafs er die rothen Kirschen auf den Bäumen, welche Andere durch die Farbe erkannten, nur durch die Form unterschied. Dennoch glaubte er nicht, dafs diese Unvollkommenheit seines Auges so stark sey, als sie sich bei den Versuchen fand.

Versuche mit farbigen Papieren. Auch bei ihm ist die auffallendste Verwechselung die von Roth und Grün. Allerdings erscheinen ihm diese beiden Farben nicht ganz gleich, und er benennt sie bei einiger Aufmerksamkeit meistens richtig, doch haben für ihn beide die gröfste Aehnlichkeit mit einander, so dafs er oft zwischen einem lebhaften grünen und einem hochrothen Pigmente eben so viel und mehr Uebereinstimmung findet, als etwa zwischen dem letzteren und einem anderen Roth, das von jenem in der That (für das gewöhnliche Auge) nur wenig verschieden ist. So wurde ein helles, etwas bläuliches Grün mit reinem Rosenroth, dunkleres Bläulichgrün mit gesättigtem Carmoisin, Zinnoberroth mit lebhaftem Grasgrün als ähnlich bezeichnet. Mit Grün und Roth wird ferner auch von ihm, wie von E., Grau, oder wenn jene mehr gelblich oder bräunlich sind, Braun ver-

wechselt. Schönes Rosenroth wurde mit Aschgrau, dunkleres, in's Carmoisin gehendes, mit einem etwas bräunlichen, ziemlich dunkeln Grau fast gleich genannt. Mattes Blaugrün, vom hellsten bis zum dunkelsten, wurde mit fast reinem, nur wenig in's Bräunliche gehenden Grau sehr ähnlich gefunden; desgleichen Dunkelcarminroth mit reinem Dunkelbraun, so wie Dunkelolivengrün mit Chocoladenbraun. Ein etwas bräunliches, aber lebhaftes Gelblichgrün wurde von Gelbbraun und einem stark in's Ziegelroth gehenden Orange wenig, Braungelb von lebhaftem Orange gar nicht unterschieden. Helleres Orange wurde mit etwas grünlichem und zum Theil mit fast reinem Gelb für beinahe gleich erklärt. Schwärzliches Blaugrün wurde mit schwärzlichem Braun, auch mit unreinem, dunkeln Violett (von der Farbe des Zuckerhutpapiers) in eine Reihe zusammengestellt. Reines Roth und Blau verwechselt v. R. nie, auch nicht wenn es hell ist, mit einander; auch lebhaftes Violett unterscheidet er ziemlich von Roth und Blau. Gewöhnlich nannte er die violetten Papiere richtig, doch fand er zuweilen zwischen hellem Blau und Violett viel Aehnlichkeit, obgleich er das Röthliche im letzteren nicht übersah; auch ein lebhaftes Dunkelviolett rechnete er zu Blau, unterschied es aber doch von den rein blauen Papieren. Beim Ordnen sämmtlicher 300 Papierproben reihte er den carmoisinrothen Blättern die tief violetten und diesen wiederum die dunkelblauen an, und bemerkte bei beiden Uebergängen zwar eine deutliche, aber doch nicht sehr auffallende Abänderung des Farbentons. Mehr Annäherung noch zeigt sich in den helleren Schattirungen; denn hier wurden einerseits graulila Papiere (nebst rein grauen) zwischen die rosenrothen, und andererseits lebhafte lila zwischen blaugrüne, graublaue und zum Theil auch rein himmelblaue Papiere gelegt, und selbst die blafsblauen den rosenrothen, nur durch wenige graue oder lila Papiere vermittelt, sehr nahe gebracht, und nicht einmal

richtig unterschieden, wo die rosenrothen aufhören und die blauen anfangen, so dafs man eine unvollkommene Wahrnehmung für den Contrast zwischen Roth und Blau nicht verkennen kann.

Man sieht aus diesen Angaben, dafs v. R's Gesichtszustand mit dem E's die gröfste Aehnlichkeit hat. In der That fallen die Angaben des Einen zum Theil völlig mit denen des Andern zusammen, indem mehrere der Papierproben, welche Dieser gleich gefunden hatte, auch von Jenem als einerlei zusammengelegt wurden, die übrigen Verwechselungen Beider aber so viel Aehnlichkeit mit einander haben, dafs sie in der Beschreibung nicht wohl von einander unterschieden werden können. Vollkommen gleich jedoch verhalten sich beide Individuen nicht, und zwar nicht nur dem Grade nach, indem v. R. die Farben weniger stark verwechselt, sondern auch ein wenig der Art nach; denn als Jeder von ihnen den ganzen Farbenvorrath geordnet hatte, fand sowohl v. R. an E's Anordnung manches auszusetzen, als auch umgekehrt. Doch zeigten eben diese Ausstellungen, dafs die Verschiedenheit zwischen beiden Zuständen nur unbedeutend ist.

Versuche mit farbigen Gläsern. Hier unterschied v. R. die Farben viel besser als bei den Papieren. Alle grünen Gläser nannte er richtig grün, alle rothen roth, alle blauen blau. Die orangefarbigen nannte er auch gewöhnlich richtig, doch nannte er dunkles Orange auch wohl braun oder roth. Die gelben nannte er gewöhnlich orange; ein sehr helles Gelb rechnete er zu Grün. Die violetten nannte er zum Theil richtig, doch bezeichnete er ein allerdings ziemlich röthliches Violett als Rosa. Oefters noch nannte er violette Gläser blau, und fand zwischen ihnen und den blauen viel Aehnlichkeit, obgleich er, wenn er sie neben einander hielt, erkannte, dafs jene röthlicher seyen.

Dafs v. R. an den Gläsern die Farben merklich

besser unterscheidet, als an den Papieren, hat seinen Grund, ohne Frage, in der viel gröſseren Lebhaftigkeit der ersteren. Daſs er sie besser unterscheidet als E., bestätigt, daſs sein Farbensinn weniger unvollkommen ist, als der des Letzteren. Wenn Jemand an den Gläsern solche Verwechselungen begeht, wie E. und mehrere nachher zu nennende Personen, so kann dieſs immer als ein Beweis angesehen werden, daſs hier die Farbenverwechselung einen sehr hohen Grad erreicht.

Farbige Papiere durch gefärbte Gläser betrachtet. Man kann sich nicht leicht eine gröſsere Ueberraschung vorstellen, als die, welche v. R. empfand, da er die von ihm als ähnlich oder gleich zusammengelegten Papierproben durch farbige Gläser betrachtete. Ich lieſs ihn mehrere derselben, an welchen sich die auffallendsten Verwechselungen gezeigt hatten, durch violette, blaue, grüne, gelbe, orange und rothe Gläser betrachten. Fast immer erschienen ihm hier die vorher für gleich gehaltenen Farben mehr oder weniger, und oft auf's Höchste verschieden. Wenn er z. B. ein hochrothes und ein grasgrünes Papier, die er mit bloſsem Auge für fast gleich hält, durch ein rothes Glas betrachtet, so erscheint ihm begreiflich das erstere sehr hell, das letztere ganz dunkel, dagegen durch ein grünes Glas das grüne Papier viel heller erscheint, als das rothe. Aehnlich in anderen Fällen. Doch nicht nur die Helligkeit, sondern auch die Farbe der Papiere erschien ihm so verändert, daſs er den vorher gleich benannten, jetzt verschiedene Namen gab.

Dieses vor 20 Jahren, in einem ähnlichen Falle von meinem Vater angewendete Verfahren dient nicht nur solche Personen von der Unvollkommenheit ihres Auges zu überzeugen, sondern kann auch von ihnen sehr gut gebraucht werden, um mittelbar einigermaſsen zu den Unterscheidungen zu gelangen, welche das normale Auge durch den unmittelbaren Sinneseindruck bemerkt. Mit

Mit einem oder einigen farbigen Gläsern ausgerüstet, können sie, nachdem ihnen die nöthigen Erläuterungen gegeben sind, mit etwas Ueberlegung und Uebung leicht dahin gelangen, gröbere Verstöfse zu vermeiden.

In dem vorliegenden Falle zeigte sich ein rothes und ein grünes Glas hiezu am geeignetsten, indem diese, wie man nach dem Vorhergehenden leicht begreift, bei den meisten, und namentlich bei den auffallendsten Proben der vorher verwechselten Farben, dem damit bewaffneten Auge die stärksten Unterschiede zeigen. Mit Hülfe dieser beiden Gläser war v. R. nicht nur sogleich im Stande, die Fehler in den von ihm gelegten Farbenreihen zu entdecken, sondern gelangte auch sehr bald dahin, die Hauptfarben, und zum Theil sogar die gemischteren richtig zu benennen, und ich zweifle nicht, dafs bei mehr Uebung sich darin ein ziemlich hoher Grad von Genauigkeit würde erreichen lassen [1]).

Bei *Lampenlicht* bemerkte v. R. zwischen mehreren der am Tageslichte verwechselten Farben deutliche Unterschiede, welche ihm ganz derselben Art zu seyn schienen, wie wenn er am Tageslichte das Auge mit einem hellen orange Glase bewaffnet hatte. Bei *Spirituslicht* erschienen ihm viele der verwechselten Farben verschieden, wohl besonders durch die sehr ungleiche Helligkeit. Die Gesichtsfarbe mehrerer Personen bei demselben Lichte hatte nichts Auffallendes für ihn.

Versuche am prismatischen Farbenbilde. Die Versuche wurden eben so wie bei E. angestellt. v. R. [2]) nannte den rothen Raum *roth*, das Orange, Gelb und den gröfsten Theil des Grün nannte er *gelb;* einen schmalen Raum, der den obersten Theil des Grün bis ein

1) Auch bei E. wurde dieser Versuch mit gleichem Erfolge angestellt.

2) Ich mufs bemerken, dafs ihm die Farbenerscheinungen am Prisma aus Vorträgen ziemlich bekannt waren.

wenig in's Blau hinein umfafst, nannte er *grün;* das Blau und Violett erschienen ihm ähnlich, doch nannte er den untersten Theil des Blau: *violett,* und das Violett nebst einem Theil des Blau: *blau.* Das Roth und Grün haben für ihn viel Aehnlichkeit mit einander, besonders wenn er sie aus einigem Abstande betrachtet; diese beiden Farben ziehen sich, nach seiner Angabe, so in einander, dafs sie das deutlich davon verschiedene Gelb als einen ungefähr runden Raum umgeben.

Die obere Gränze des Spectrums gab er da an, wo sich nur eben die letzte Spur von Licht befindet; auch die untere zog er da, wo mir alles Licht aufzuhören schien. Auch als er, mit farbigen Gläsern vor dem Auge, das Spectrum betrachtete, gab er die Gränzen stets so an, wie sie mir bei gleicher Bewaffnung des Auges erschienen. Als die hellste Stelle des Spectrums erschien ihm bei unbewaffnetem Auge das Gelb.

Versuche mit Interferenzfarben. Von den Newton'schen Farbenringen gab v. R. folgende Beschreibung: Die Mitte dunkel; dann folgt Weifs, Gelblichroth, Blau; dann ein schmales Weifs, Gelbroth, Blau; dann folgt fast blofs Weifs, fast nichts mehr vom Gelbroth, aber das Blau deutlich; dann Weifs, gar kein Gelbroth mehr und das Blau schwach; dann folgen noch mehrere schmale und schwache Kreise, abwechselnd weifs und unvollkommen bläulich.

Als die Interferenzringe objectiv mit dem matten Hohlspiegel in der oben beschriebenen Weise dargestellt wurden, bezeichnete v. R. die Farben folgendermafsen: Von der hellen Mitte aus zuerst Rosabraun, dann Schmutzigblau, Weifs, Gelbroth, mit bräunlichem Rand übergehend in Blau; dann Grün, Gelb, Blau (hierunter verstand er das Roth nebst etwas Grün und dem dazwischen enthaltenen ganz schmalen Blau); darauf Rothgelb. Die folgenden Ringe, deren ihm wie mir noch fünf bemerkbar waren, nannte er bläulich und weifs, *bläulich* den

äufsersten Theil des Roth bis ziemlich tief in's Grün hinein, *weiſs* aber den gröfsten Theil des Roth von der Gränze des Grün an. Er unterschied sie indeſs hauptsächlich daran, daſs der als Blau bezeichnete Theil ihm etwas dunkler erschien. v. R. nannte also an diesen äufsersten Ringen ungefähr den Theil bläulich, den E. grau genannt hatte, und weiſs, den dieser als roth bezeichnete. Doch widerspricht diese ungleiche Wahl der Namen keineswegs der sonst zwischen Beiden wahrgenommenen Uebereinstimmung, sondern beweist nur die gröſsere Unsicherheit solcher Schlüsse, welche aus dem unrichtigen Gebrauche der Farbenbenennungen gezogen werden. Ich habe indeſs diese Versuche nicht unerwähnt lassen wollen, weil sie allerdings darin einen Vorzug besitzen, daſs man es hier mit Farben von bekannter physikalischer Beschaffenheit zu thun hat.

v. R's Eltern — Geschwister hat er nicht — unterscheiden beide die Farben sehr gut, aber sein Groſsvater von mütterlicher Seite hat dieselbe Abnormität des Auges.

III.

Als einige der Proben, an denen v. R. die auffallendsten Irrthümer begangen hatte, diesem seinem Groſsvater vorgelegt wurden, äuſserten sich zwar beide darüber nicht ganz in einerlei Weise, doch waren von den Verwechselungen des Groſsvaters einige ganz, und die übrigen so nahe mit denen des Enkels übereinstimmend, daſs der Zustand beider, wenn auch nicht ganz gleich, doch wenigstens höchst ähnlich ist.

IV.

Dr. P. in M. hat hellblaue Augen und hellbraune Haare. Sein Sehvermögen ist sonst gut. Daſs er die Farben nicht richtig unterscheidet, ist schon in früher Kindheit an ihm bemerkt worden. Sein Gesichtszust[illegible]

zeigt mit dem der vorhergehenden Personen grofse Uebereinstimmung. In Beziehung auf den *Grad* der Verwechselungen steht er E. nicht nach, in Beziehung auf die *Art* derselben hat er mit ihm, und mehr wohl noch mit v. R. die gröfste Aehnlichkeit. Seine Zusammenstellungen von farbigen Papieren waren grofsentheils ganz die nämlichen, welche der Letztere gemacht hatte, nur fand er, was dieser immer noch einigermafsen unterschied, gewöhnlich ganz gleich. Namentlich verwechselte er auch die helleren Schattirungen von Blau mit Lila und zum Theil mit Grau auffallender, als v. R. diefs gethan hatte. Eine ziemliche Anzahl farbiger Papiere hatte er nach seiner Art geordnet. Diese Anordnung wurde von v. R. gröfstentheils gebilligt, indem dieser erklärte, dafs dieselbe seinem Auge fast überall gemäfs sey, auch da, wo er aus den ihm wahrnehmbaren kleinen Unterschieden, besonders zwischen Roth und Grün, wisse, dafs das gewöhnliche Auge grofse Unterschiede sehe. Ueberhaupt zeigte Alles, was v. R. über Dr. P's Proben äufserte, dafs beide sehr übereinstimmen, nur dafs der Letztere beträchtlich stärker verwechselt. Sehr ähnlich, doch wohl nicht ganz identisch sind P's und E's Verwechselungen.

Dr. P. gebrauchte die drei Namen Roth, Gelb und Blau. In die mit dem Namen *Roth* bezeichnete Schattirung legte er Roth, Bläulichgrün und Grau bis fast in's Braun; die Farbe des Esels erklärte er, sey das, was er *Roth* nenne. Als eine andere Schattirung von Roth, und zwar als eine Mischung mit etwas Gelb, legte er Gelblichroth, dunkleres, eher gelbliches oder bräunliches Grün und verschiedenes Braun. Als *gelbe* Schattirung rechnete er: Gelb, Orange, so wie helles reines oder eher gelbliches Grün, auch helles Graubraun. Als *blaue* Schattirung: reines Blau, Violett und Bläulichgrau, wobei er indefs im dunkleren Violett etwas Röthliches nicht ganz übersah.

Hier zeigt sich, dafs auch ihm die rein rothe Farbe,

nebst Bläulichgrün, einen vom farblosen Lichte wenig oder gar nicht verschiedenen Eindruck macht; die blaue Farbe wird besser, aber doch auch ziemlich unvollkommen, die gelbe noch am besten, doch auch mangelhaft vom Farblosen unterschieden.

An einigen *farbigen Gläsern*, die ich ihm zeigte, waren seine Irrungen ganz ähnlich. Mehrere grüne Gläser nannte er grau, und verglich sie mit feinvertheilter Tusche; gelbe und orange Gläser nannte er gelb; feurigrothes Glas nannte er dunkelgelb in's Roth gehend; ein schlechtes bräunlichviolettes Roth fand auch er, wie v. R., sehr schön roth; ein braunes Glas hielt er für unrein roth; blaue und violette Gläser verwechselte er in hohem Grade mit einander, selbst wenn die letzteren sehr röthlich waren.

Von Dr. P's Verwandten scheint Niemand an demselben Fehler zu leiden.

V.

Hr. v. — hat braune Haare und blaue Augen. Sein Gesicht ist scharf. Die Anordnung, die er einer Anzahl farbiger Papiere gab, und seine Bemerkungen darüber zeigen, dafs er mit den bisher beschriebenen Fällen ganz in einer Categorie steht. Fast alle Blätter, die er als gleich oder sehr ähnlich zusammenstellte, kommen bei diesen in derselben Weise vor. Er gebrauchte die Namen Roth, Gelb und Blau ganz in demselben Sinne, wie Dr. P. Auch die Anordnung, welche er den Papieren gab, hat im Ganzen und im Einzelnen sehr viel Uebereinstimmung mit der, in welche Letzterer dieselben gebracht hatte, nur legte er hellere Lila, die Dr. P. sämmtlich zu Blau gegeben hatte, zum Theil ebenfalls dahin, zum Theil aber auch zu Rosenroth und Grau, worin sich abermals eine Annäherung zwischen Blau und Roth zeigt. v. R. fand an dieser Anordnung mehr als an der P's auszusetzen. Auch E. war nicht ganz mit derselben einverstanden, und bemerkte in einigen Fällen ziemlich

viel Unterschied zwischen Farben, die Hr. v. — für gleich erklärt hatte.

Hr. v. — verwechselte blaue und violette Gläser in ziemlich hohem Grade mit einander; auch orangegelbe mit hochrothen. Die blauen und violetten nannte er blau. Die Farbe der gelben, orange, rothen und grünen wufste er nicht zu benennen; sie erschienen ihm von der Farbe wie Bouteillen, von der er sich erinnerte, dafs sie gewöhnlich grün genannt werde.

Mit grünen oder rothen Gläsern vor dem Auge bemerkte Hr. v. — leicht einen gröfseren oder geringeren Unterschied der vorher verwechselten farbigen Papiere.

VI.

v. B., 15 Jahr alt, hat hellbraune Haare und blaue Augen. Von der Unvollkommenheit seines Farbensinns wufste er nichts; dieselbe kam durch folgenden Zufall an den Tag. B. kam dazu, als ich mit zweien der nachher zu nennenden Individuen (IX und X), welche in Beziehung auf die Art ihrer Verwechselungen zu einer anderen Klasse gehören, einige Versuche an farbigen Papieren anstellte. Er wunderte sich sehr über die Irrthümer, die Jene begingen, zeigte aber, indem er dieselben verbessern wollte, dafs er sich in einem ähnlichen Falle befinde. Als ich ihn darauf die Papiere nach seiner Art ordnen liefs, wurde er nicht minder von Jenen ausgelacht, als vorher sie von ihm.

Seine Verwechselungen von Rosenroth mit Grau und von Grün mit Grau und Braun sind von denen der bisher genannten Personen nicht merklich verschieden; auch Gelb und Gelbbraun verwechselte er mit Orange in ähnlicher Weise, wenngleich sich hier eine etwas genauere Unterscheidung zeigte. Zwischen Roth und Grün bemerkte er zwar öfters ziemliche Aehnlichkeit, doch scheint er diese beiden Farben noch etwas besser als selbst v. R. zu unterscheiden. Seine Verwechselungen

von Himmelblau mit bläulichem Grau und mit Lila sind wenigstens eben so stark, als bei den bisher Genannten.

VII.

Dr. M., practischer Arzt, hat braune Augen und dunkelbraune Haare, und ist kurzsichtig. Er sagte mir, dafs er in der Bestimmung der hellen Töne von Roth und Blau unsicher sey, so dafs ich glaubte, er gehöre zu der nachher folgenden zweiten Klasse. Doch unterschied er gerade diese beiden Farben in demselben Maafse von einander, wie die bisher genannten Individuen, mit denen er überhaupt in Beziehung auf die Art der Verwechselungen im Wesentlichen übereinstimmt. Doch ist er nicht nur von der Natur mit einem etwas vollkommneren Farbensinne ausgestattet, als die meisten von diesen, sondern auch in der Erkennung der Farben geübter und mit den Mischungen derselben vertraut, indem er sich viel mit Malerei beschäftigt hat, wobei er allerdings nicht selten in der Behandlung der Farben Schwierigkeit gefunden hat.

Als er die farbigen Papiere ordnete, legte er, gleich den bisher Genannten, in die Reihe der blauen Papiere auch lila und graublaue. Die Roth sind meist gut geordnet, doch mit einigen Lila und Grau untermischt. Eine Reihe Orange war richtig gelegt, doch sind auch mehrere Orange zu Braungelb und zwischen Grün und Gelb gelegt. Grün ist mit Braun und Grau, so wie mit Fleischroth vielfach und in derselben Art, wie in den vorhergehenden Fällen, vermengt, weniger mit Roth; wohl aber ist dunkles Bläulichgrün mit unreinem, etwas bräunlichem Violett verwechselt.

Mit der Anordnung, welche E. den farbigen Papieren gegeben hatte, erklärte sich Dr. M. im Allgemeinen ganz einverstanden.

Mit Hülfe grüner und rother Gläser erkannte er sehr leicht die vorher begangenen Fehler.

VIII.

M—s, 17 Jahr alt, hat braune Haare und graublaue Augen. Er ist von kurzem und schwachem Gesichte. In seiner Kindheit hat er an einer Augenentzündung gelitten, woher sich seine Augenschwäche, aber schwerlich sein unvollkommener Farbensinn datiren mag. Den letzteren Fehler hat er, wie er mir sagte, früher nicht beachtet, bis ich, durch einen Zufall darauf aufmerksam gemacht, ihn danach fragte.

Er unterscheidet die Farben zum Theil besser als die bisher Genannten, höchstens die beiden letzten ausgenommen. In Beziehung auf die Art haben seine Verwechselungen noch immer ziemlich grofse Aehnlichkeit mit den bisherigen, scheinen sich aber auch einigermafsen denen der nun folgenden Beispiele der zweiten Klasse in sofern zu nähern, als sie vorzüglich die Farben betreffen, bei welchen beide Klassen am meisten übereinstimmen.

Die rothen Papiere ordnete er ziemlich richtig, indem er die gelbrothen in Rothbraun einigermafsen überführte, die Rosa aber in Carmoisin gut abstufte; ihnen ordnete er höchstens helles, bräunliches Grau oder Graulila bei, niemals aber Grün oder Blau. Einige nicht viel in's Lila fallende Rosenroth stellte er nebst Grau zu Violett. Dunkle Violett unterschied er immer gut von Roth und Blau; dagegen verwechselte er die hellen Violett mit Himmelblau wenigstens eben so stark, wie die bisher Genannten, und die Art, wie er graue und hellere violette Papiere mit den blauen, ferner graue und braune mit grünen, so wie orange mit gelben durcheinander rangirte, ist ganz derselben Art, wie in den bisherigen Fällen. Auffallend ist noch, dafs er Himmelblau und Bläulichgrün sehr nahe zusammenstellte.

Im Gebrauche der Farbennamen zeigte sich M—s sehr unsicher, besonders in den hellsten, doch auch in unreinen dunkeln Schattirungen. Er war bei Graulila

unsicher, ob er es roth oder blau nennen sollte. Ein helles, nicht viel in's Lila gehendes Rosa legte er zwischen die grauen und lila Papiere, mit denen er die blaue Farbenreihe eröffnete. Bei einigen schönen Himmelblau war er zweifelhaft, ob sie blau oder grün zu nennen seyen. Bei einem sehr hellen bräunlichen Grau erklärte er, er wisse nicht, ob er es roth, blau oder gelb nennen solle. Ein reines, lebhaftes Hellgelb hatte er erst zu einigen Hellgrau, die von ihm grün genannt wurden, gelegt, von denen er es aber nachher, bei genauerem Ordnen, wieder wegnahm.

M—s scheint hiernach vom Blau eine ähnlich unvollkommene Empfindung zu haben, wie E., v. R. u. s. w. eben so vom Gelb, das er eher noch etwas mangelhafter erkennen mag, als die Uebrigen; dagegen hat er vom Roth einen entschiedeneren Eindruck als Jene, die gerade diese Farbe am unvollkommensten wahrnehmen, so dafs die Mangelhaftigkeit des Farbensinnes sich bei ihm gleichmäfsiger, als bei den anderen Individuen, auf alle drei Grundfarben, Gelb, Roth und Blau, zu erstrecken scheint.

Einige farbige Gläser, die ich ihm zeigte, unterschied und benannte er ziemlich gut.

Am prismatischen Farbenbilde zeigte sich nichts Auffallendes. Er nannte den rothen Theil *roth*, den orange und gelben *gelb*, den grünen gröfstentheils, bis gegen das Blau hin, *grün*, den blauen *hellblau*, den violetten *dunkelblau*. In seinen Angaben über die Gränzen des Spectrums, sowohl mit blofsem Auge, als auch bei der Bewaffnung mit einigen farbigen, namentlich blauen Gläsern, konnte nichts Unrichtiges entdeckt werden.

Unter M—s Verwandten scheint Niemand eine gleiche Eigenschaft zu haben. Ein Oheim desselben ist ein gerade in der Behandlung des Colorits ausgezeichneter Maler.

Zweite Klasse.

Die bisher angeführten Fälle von Farbenverwechselung zeigen eine grofse Uebereinstimmung mit einander. Die nicht minder auffallenden, welche ich jetzt folgen lasse, haben eine ähnliche Uebereinstimmung *unter sich*, weit weniger aber mit den vorhergehenden.

IX.

H., 18 Jahr alt, hat blaugraue Augen und hellbraune Haare. Seine Augen sind nicht sehr stark und etwas kurzsichtig. Dafs er die Farben nicht richtig erkennt, hat er schon als Kind daran bemerkt, dafs er die Kehrseite der blauen und rothen Spielkarten, zumal bei Licht, nicht gut unterscheiden konnte. Auch wufste er, dafs er Rosenroth mit Himmelblau und die Farbe eines braunen Pferdes mit der eines Fuchses verwechselt.

Versuche mit farbigen Papieren. Die rein dunkelblauen Papiere bezeichnete er immer richtig mit dem Namen *Blau;* die hellblauen nannte er zuweilen *blau*, öfter *roth, rosa.* Die violetten nannte er bald *roth*, bald *blau;* alle Arten rother Papiere nannte er fast immer *roth.* Für die grünen brauchte er, je nach der Verschiedenheit der Nüance, die Namen: *Braun*, *Roth*, *Orange*, auch *Gelb*, und selbst für sehr blasse den Namen *Grau*; zuweilen wandte er auch den Namen *Grün* richtig an. Orange nannte er zuweilen richtig, zuweilen *grün* oder *gelb.* Grau bezeichnete er sehr selten mit diesem Namen, gewöhnlich nannte er es *roth* oder *grün*, unreineres auch wohl *braun.*

Aus der Zusammenstellung solcher Papiere, die ihm von gleicher oder ähnlicher Farbe erschienen, ergiebt sich Folgendes: Rosenroth erscheint ihm einerlei mit Himmelblau, nicht nur wenn beide Farben hell, sondern auch wenn sie schon sehr intensiv sind. Nicht minder verwechselt er Lila mit Hellblau und Rosa. Dunkle-

res gesättigtes Blau unterscheidet er von Roth, wenigstens wenn beide Farben rein sind; höchstens legt er ein schwärzliches Blau zu Carmoisin; wohl aber verwechselt er Carmoisin mit Violett, so wie andererseits ein lebhaftes Dunkelviolett mit tiefem reinen Blau. Er legt dunkles Carminroth mit einem schwärzlichen Blaugrün zusammen, eben so helleres Bläulichgrün mit Chocoladenbraun und Fleischroth; ferner Zinnoberroth mit reinem Dunkelgrün und Braun. Er hält Ziegelroth für ganz einerlei mit Rostbraun und mit Dunkelolivengrün, und unterscheidet Zeisiggrün und Grasgrün weder von Gelbbraun noch vom lebhaftesten Orange. Gelb ist die Farbe, bei welcher er die geringsten Verwechselungen begeht, doch unterscheidet er reines Gelb kaum von solchem, das schon ziemlich in's Grün und mehr noch in's Orange, oder auch etwas in's Graue oder Bräunliche geht. Ein lebhaftes Hellgrün nannte er gelb, und stellte es mit einem schönen Gelb zusammen, von welchem es die hellere Schattirung sey. Auch er verwechselt in ähnlicher Weise, wie die Personen der ersten Klasse, Farben mit Grau. Reines Hellgrau hat für ihn die gröfste Aehnlichkeit mit einem etwas unreinen (hauptsächlich von etwas Gelb nicht ganz freien) Rosenroth, auch wohl, wenn es sehr blafs ist, mit einem etwas grünlichen Hellblau. Grau, das in's Lila neigt, wurde dem Rosa und Himmelblau zugeordnet; solches Grau aber, das eher in's Bräunliche fällt, wurde mit einem matten, etwas bläulichen Grün zusammengelegt.

Beachtenswerth ist folgender Umstand. Wenn man die Verwechselungen betrachtet, die H. in Beziehung auf die dunkleren rothen Pigmente begeht, so fällt es auf, dafs ihm diese Farbe verhältnifsmäfsig dunkler erscheinen mufs, als andere; denn obgleich es schwierig ist, die Helligkeit sehr verschiedener Farben mit einander zu vergleichen, so stehe ich doch nicht an, die braunen und mehr noch die grünen Papiere für entschieden dunk-

ler zu erklären, als die damit verwechselten roth
Auch die violetten sind merklich dunkler, als die ihı
von H. gleichgestellten rothen, und ich würde auch
dunkelblauen für dunkler halten, als die mit ihnen v
glichenen violetten. Bei den hellen Farben läſst s
dieſs natürlich nicht so gut bemerken.

Verwechselungen von Grün und Blau kommen ni
vor. Eben so findet H. zwischen reinem oder blä
chem Roth, und solchem, das in's Gelbe fällt, einen
verkennbaren Unterschied. Noch weniger natürlich f
det er eine Aehnlichkeit der gelben Farbe mit rein
Roth oder Blau.

Ich lieſs H. die sämmtlichen Papierproben ordn
und dann in derselben Weise wie E. einen Theil d
selben ausschieſsen, so daſs eine seinem Auge gemä
Farbentafel entstand. Er legte die Papiere in mehr
Schattirungen. Bei dieser Anordnung bilden die rein
(von Gelb ganz freien) rothen, die violetten und blau
Farben mit einigem blassen Grau das eine Extrém,
gelben, die in's Orange und Grasgrün schattirt sind,
andere Extrem; der Uebergang von jenem zu dies
wird durch Bläulichgrün, Bläulichgrau, Braun und Ho
roth gebildet.

Als ich H. fragte, welche von diesen Farben i
am lebhaftesten erschienen, bezeichnete er einige Bl
ter von tiefem, sehr reinem Blau und ein Paar lebha
gelbe; nächstdem ein lebhaftes, aber dunkles Gelbro
obgleich dieses Blatt seinem Auge dunkler erscheint,
fast alle andere, die zum Theil viel dunkler sind; e
lich auch noch ein feuriges Zinnoberroth, das er jede
einem eselsgrauen Papier als ziemlich ähnlich angere
hatte.

H's Verwechselungen haben mit den bisher beschr
benen der ersten Klasse manches Aehnliche, besond
in Beziehung auf Rosenroth und Grau. Doch ist
ihm die Verwechselung dieser beiden Farben nicht ga

so stark, wie bei den Vorhergehenden, indem sie sich nur auf die helleren Schattirungen erstreckt, und mit reinem Grau nur ein unreines, etwas gelbliches Rosenroth verwechselt wird. Auch bei Gelb und blassem Orange stimmt H. mit den bisherigen Fällen ziemlich überein. Dagegen ist bei ihm die Aehnlichkeit des Blau mit Roth und auch mit Grau offenbar viel entschiedener, so dafs diefs ein charakteristisches Unterscheidungszeichen beider Klassen ausmacht. So sind auch seine Verwechselungen von Grün und Roth anderer Art, als die bisherigen, indem bei ihm das mit einem Grün verwechselte Roth immer entschieden mehr Gelb enthält und heller ist, als das, welches die bisher Genannten damit vergleichen. Diese stellen dasselbe Rosenroth, das H. einem Himmelblau sehr ähnlich findet, mit Bläulichgrün zusammen; das Grasgrün, das H. mit Orange verwechselt, vergleichen sie mit dunklem Zinnoberroth.

Vorzüglich aber erkennt man die Verschiedenheit zwischen den Wahrnehmungen der Individuen beider Klassen, wenn man die Proben des Einen dem Andern zeigt. Ich legte v. R. eine Menge der von H. zusammengestellten Proben vor. Nur bei wenigen äufserte er sich darüber ähnlich, bei keiner ganz so wie H. Nicht nur die Blau und Roth, die dieser verwechselt hatte, unterschied er deutlich und benannte sie richtig, sondern auch die Grün und Braun, Grün und Orange fand er nur wenig ähnlich, und selbst da, wo beide Individuen am meisten Aehnlichkeit haben, zeigte sich einige Verschiedenheit. Die von H. zusammengestellten Rosa und Grau erklärte v. R. zwar für ähnlich, fand aber andere, mehr bräunliche Grau, die zu jenem Rosa, und andere reinere Rosa, die zu jenem Grau besser stimmen. Ueber mehrere der von H. gemachten Verwechselungen war v. R. im höchsten Grade verwundert, und äufserte die Hoffnung, dafs die seinigen nicht eben so stark seyen. Eben so fanden E. und Dr. M. die von H. gelegte Far-

benreihe unrichtig. Nicht minder aber erklärte umgekehrt H. das, was v. R. und E. als gleich oder ähnlich bezeichnet hatten, für mehr oder weniger ungleiche und oft für ganz verschiedene Farben, so dafs die Verwechselungen H's von den bisher angeführten Beispielen nicht nur dem Grade, sondern auch der Art nach deutlich verschieden sind, wie diefs besonders auch aus der bei VI. gegebenen Erzählung hervorgeht.

Versuche mit farbigen Gläsern. Hier waren die Verwechselungen nicht minder auffallend, und ganz von derselben Art, wie bei den farbigen Papieren. Blaue Gläser erklärte H. für einerlei mit violetten, selbst wenn die letzteren schon sehr stark in's Roth übergingen und beide Farben sehr intensiv waren. Ein schönes, etwas in's Bräunliche und Gelbe fallendes Dunkelgrün erschien ihm von gleicher Farbe wie ein feurigrothes Ueberfangglas [1]), und ein ähnliches, dunkleres Roth fand er einerlei mit einem aus mehreren zusammengelegten Gläsern entstandenen grünlichen Braun.

Papiere durch farbige Gläser betrachtet. H. war durch diese Art des Versuchs nicht wenig überrascht. Auch ihm erschien, wenn sein Auge mit farbigen Gläsern bewaffnet war, nicht nur die Helligkeit, sondern auch die Farbe der Papiere so verändert, dafs er den vorher gleichbenannten jetzt verschiedene Namen gab, und er war, mit Hülfe derselben, im Stande die meisten der vorher begangenen Verstöfse ziemlich zu vermeiden. Am brauchbarsten zeigte sich hiezu ein nicht zu dunkles gelbrothes oder orangefarbiges Glas, indem es die rein rothen Pigmente viel heller als die damit verwechselten blauen oder violetten erscheinen läfst, und eben so die scharlach- und gelbrothen sehr hell, die braunen dunkler, die grünen noch dunkler zeigt. Von grünem Glase hat H. weniger Hülfe als die erste Klasse,

1) Dasselbe Grün hatte E. mit einem sehr ähnlichen und nur tiefer gefärbten rothen Glase für gleich erklärt.

indem jenes dunklere Grün, das er mit Roth verwechselt, ihm durch das grüne Glas nicht viel heller erscheinen kann, als dieses Roth. Der Einfluſs, welchen die gewöhnlichen kobaltblauen Gläser auf die am stärksten verwechselten Farben, namentlich Roth und Blau, ausüben, ist nicht geeignet, ihm zu einer Unterscheidung derselben zu dienen, da diese Farben vielmehr bei solcher Bewaffnung selbst dem gewöhnlichen Auge einigermaſsen ähnlich erscheinen.

Ich legte zwei fast ganz gleiche carmoisinrothe Papiere und ein dunkelviolettes, das für H's Auge jenen eben so gleich war, neben einander. Darauf lieſs ich ihn ein violettes Glas vor das rechte Auge nehmen und so nach dem hellen Himmel sehen; als er nach einem Weilchen das Glas fortlegte, und die Papiere mit dem rechten Auge ansah, während das linke geschlossen wurde, erschien ihm das violette Papier verschieden von den beiden andern, dagegen das linke Auge, wenn das rechte geschlossen war, keinen Unterschied bemerkte. Natürlich kehrte auch in dem rechten Auge der gewöhnliche Zustand bald zurück.

Versuche am prismatischen Farbenbilde. Durch den Umstand, daſs die rothen Papiere H. so viel dunkler erschienen, wurde ich auf die Vermuthung geführt, daſs sein Auge vielleicht für gewisse Strahlen weniger empfindlich sey, als für andere. Es war vorzüglich dieser Umstand, welcher mich zur Anstellung der Versuche mit prismatischen Farben veranlaſste.

Als das Spectrum auf die früher beschriebene Weise erzeugt war, lieſs ich H. von unten herauf beschreiben, was er sah, wobei ich indeſs bemerken muſs, daſs ihm die Ordnung, in der die prismatischen Farben auf einander folgen, nicht unbekannt war.

Die untere Gränze des Spectrums gab er etwas höher an, als sie wirklich liegt, d. h. etwas innerhalb des Roth. Ich lieſs ihn wiederholt an zwei verschiedenen

Tagen diese untere Gränze mit Bleistift umziehen; immer zog er seinen Strich an einer Stelle, die mir, obgleich sie nicht so sehr weit von der wirklichen Gränze absteht, doch schon sehr lebhaft roth erschien, und versicherte mich, er ziehe die Linie da, wo schon gar kein Roth mehr bemerkbar sey. Auch ihm ist diese Gränze nicht ganz scharf, doch viel bestimmter als die obere. Einen ganz schwachen weifslichen Schimmer, der sich noch unterhalb des Roth erstreckt, bemerkte H., und gab seine Gränze so an, wie sie auch mir erschien.

Den untersten Raum des Spectrums, bis in's Orange hinein, nannte H. *roth*. Den darüber befindlichen, nämlich einen Theil des Orange und hauptsächlich das Gelb, nannte er *orange*. Den ganzen grünen Theil des Spectrums nannte er *gelb*. Dann bezeichnete er einen ganz schmalen Raum auf der Gränze von Grün und Blau als *weifslichgrün*. Die Gränze zwischen Blau und Violett gab er sehr genau an, indem er mit dem Bleistift ganz der Rundung folgte, welche hier so auffallend ist, indem sich das Blau in der Mitte höher erstreckt, als an den Seiten. Den Raum unter dieser Gränze nannte er richtig *blau*, den über derselben *violett*, gestand mir jedoch zu, dafs er für den letzteren, statt des bis dahin nie gebrauchten Wortes *Violett*, eher die Benennung *Dunkelblau* gewählt haben würde, wenn ihm nicht bekannt gewesen wäre, dafs man den obersten Theil des prismatischen Farbenbildes violett nenne. Die obere Gränze des Violett, die freilich schwer recht scharf zu bestimmen ist, gab er ganz so an, wie sie mir erschien.

Die Namen, welche er hier den verschiedenen Theilen des Spectrums gab, stimmen im Allgemeinen mit den an den Papieren vorgekommenen Verwechselungen, wo ebenfalls Gelb mit dem Namen Orange, und Hellgrün mit dem Namen Gelb bezeichnet worden war. Auffallend ist die deutliche Wahrnehmung des Unterschiedes zwischen Blau und Violett, obgleich dieselbe wohl gröfsten-

tentheils auf der ungleichen Helligkeit beider beruhen mag. Der wichtigste Umstand aber ist der Mangel eines Eindrucks von den äufsersten rothen Strahlen. Dieser wird noch auffallender bei folgendem Versuche.

Wenn man ein kobaltblaues Glas vor das (normale) Auge nimmt, und so das auf der Wand aufgefangene Spectrum betrachtet, so wird das Orange sehr verdunkelt, und wenn das Glas etwas tief gefärbt ist, ganz schwarz. Das darunter befindliche Roth wird zwar geschwächt, bleibt aber in Gestalt eines abgetrennten rothen Ovals noch sehr sichtbar, wenn nicht etwa das Glas äufserst dunkel ist; man kann sogar die untere Gränze des Spectrums so noch etwas tiefer verfolgen, als mit dem blofsen Auge; der obere Theil des Spectrums bleibt bis zur äufsersten Gränze sichtbar. Als ich H. diesen Versuch machen liefs, sah er von dem rothen Oval gar nichts, selbst wenn das blaue Glas so wenig intensiv war, dafs es das Orange nicht einmal vollständig verdunkelte, und das Roth noch so hell erscheinen liefs, wie den gröfseren Theil des übrigen Spectrums. Ich machte ihn auf das Vorhandenseyn dieser rothen Stelle aufmerksam, und umzog sogar die Gränze derselben mit Bleistift, aber er konnte nichts davon bemerken. Ich nahm eine Anzahl Streifen, aus einer mäfsig blauen Glastafel geschnitten; durch zwei derselben, die aufeinandergelegt waren, sah H. den rothen Theil des Spectrums noch, durch drei nicht mehr; mir dagegen wurde er kaum dann unsichtbar, als ich zwölf solcher Gläser vor's Auge nahm. Den oberen Theil des Spectrums vom dunkeln, an die Stelle des Orange getretenen Raume bis zur äufsersten Gränze des Violett sah H., mit den blauen Gläsern bewaffnet, in derselben Ausdehnung wie ich.

Mit verschiedenen anderen farbigen Gläsern bewaffnet, gab H. die Gränzen so an, wie sie auch mir erschienen. Ich habe nicht das Mindeste bemerkt, was eine geringere Empfindlichkeit für den obersten Theil

des Spectrums verriethe; im Gegentheil konnte er hier den schwächsten Schimmer noch gut verfolgen.

Als H. das Spectrum auf der Wand mit bloſsem Auge betrachtete, und ich ihn fragte, welche Stelle ihm so am hellsten erschiene, zeigte er auf die Gränze zwischen Grün und Blau. Sollte auch diese Angabe nicht sehr genau seyn, so weicht sie doch von der gewöhnlichen Wahrnehmung auffallend genug ab, um zu bestätigen, daſs H's *Auge für die minder brechbaren Strahlen weniger empfindlich ist, als für die brechbareren.* Bei den Individuen der ersten Klasse findet dasselbe nicht statt. E., v. R. und M—s erkannten z. B. mit blauen Gläsern vor dem Auge den untersten rothen Theil eben so gut als ich, und bedurften, um denselben ganz unmerklich zu machen, einer gleichen Anzahl solcher Gläser wie ich.

Versuche mit Interferenzfarben. Als die Farbenringe mit dem matten Hohlspiegel im verfinsterten Zimmer erzeugt wurden, nannte H. das Schmutzigbraun und Blau des ersten Ringes beide *roth*, doch von verschiedener Art. Das folgende Weiſs nannte er *grün*, das folgende Gelb des zweiten Ringes nannte er richtig; das Roth desselben: *dunkelblau;* das Blau: *hellblau;* das folgende Blaugrün und Gelb richtig; das Roth des dritten Ringes: *blau;* das folgende Grün nannte er *gelb;* dagegen er das folgende Gelb *grünlich* fand; das Roth des vierten Ringes, wenigstens dessen inneren Theil, fand er *schwach blau.* Von hier an fand er die grünen Ringe *farblos*, und die rothen ebenfalls, nur dunkler, bis zum sechsten Ringe. Den siebenten rothen Ring, der mir nur noch eben erkennbar war, bemerkte er nicht.

H's Vater, der einen sehr ausgebildeten Farbensinn hat, wuſste nichts von dieser Eigenschaft seines Sohnes. Seine Mutter und eine Schwester — Brüder hat er nicht — leiden nicht an dieser Unvollkommenheit des Gesichts.

Eine Schwester seiner Mutter hat einen Sohn, der dieselbe Abnormität zeigt.

X.

Dieser, M—x, ein Knabe von 9 Jahren, hat blaue Augen und ziemlich dunkle Haare. Da ich von seinem Alter weniger genaue Angaben, als von Erwachsenen erwartete, so habe ich mit ihm nur wenige Versuche angestellt, die aber hinreichen, um zu zeigen, dafs seine Art, die Farben zu sehen, mit der seines Vetters ganz übereinstimmt. Ich wählte nämlich aus den Papierproben diejenigen Nummern aus, an welchen H. die auffallendsten Verwechselungen begangen hatte, und mischte diesen noch einige andere bei, welche von Individuen der ersten Klasse verwechselt waren. Als ich diese Papiere, gehörig untermischt, dem M—x zur Anordnung vorlegte, beging er genau dieselben Verwechselungen, wie sein Vetter H. Dasselbe lebhafte Rosenroth mit Himmelblau, Carmoisin mit Dunkelviolett, Hellgrau mit Rosenroth, Blaugrün mit Chocoladenbraun, Ziegelroth mit Olivengrün und Rostbraun, Grasgrün mit Gelbbraun und Orange wurden von ihm zusammengelegt und für gleich oder sehr ähnlich erklärt, über welche sich H. in gleicher Weise geäufsert hatte. Auch erklärten sich beide in ihren Bemerkungen über die vorliegenden Farben ganz einverstanden mit einander. Dagegen bezeugte M—x seine Verwunderung über mehrere Verwechselungen der ersten Klasse.

XI.

N., 16 Jahr alt, hat grünlichgraue Augen und hellbraune Haare. Er sieht gut in Nähe und Ferne. Die Mangelhaftigkeit seines Farbensinnes hat er früher nicht beachtet, und ist erst ganz kürzlich durch einen Andern,

der von dem Vorkommen eines solchen Fehlers wufste, darauf aufmerksam gemacht worden.

Versuche mit farbigen Papieren. Ich legte ihm, gehörig durcheinander gemischt, meinen ganzen Vorrath farbiger Papiere zur Anordnung vor. Hier zeigte er durchaus die gröfste Uebereinstimmung mit H. Denn wenn auch die von Beiden gewählte Anordnung nicht überall die nämliche ist — wie diefs bei einer so grofsen Anzahl von Farben nicht einmal bei zwei Personen mit normalen Augen der Fall seyn würde — so findet doch zwischen beiden nicht nur im Ganzen eine auffallende Uebereinstimmung statt, sondern es finden sich auch unter N's Verwechselungen in allen Farben eine Menge solcher, die mit denen H's ganz einerlei sind, oder die gröfste Aehnlichkeit haben. Ich legte daher N. die oben erwähnte, von H. geordnete Farbentafel vor. Mit der Anordnung im Ganzen erklärte er sich vollkommen einverstanden und im Einzelnen fast ganz, indem er kaum einige höchst unbedeutende Aenderungen in der Folge der Blätter vornahm. Einige Farben, die H. für gleich erklärt hatte, fand er recht ähnlich, und umgekehrt nannte er andere sehr ähnlich, bei denen H., wenn er sie auch neben einander gelegt hatte, doch einen deutlichern Unterschied angemerkt hatte. Dagegen fand er die von Individuen der ersten Klasse getroffene Anordnung seinem Auge nicht gemäfs.

N. unterschied an den Papieren zwei Hauptgruppen; die eine umfafst die blauen Pigmente, die von Gelb ganz freien rothen, die violetten, nebst reinem Hellgrau und solchem, das in's Blau und Lila geht; die andere die gelben, grünen, gelbrothen und braunen, wozu auch ein Paar sehr dunkle Braunviolett gerechnet waren; zwischen beiden stehen die blaugrünen, fleischrothen, bräunlichgrauen und graubraunen Farben, die sich theils der ersten, theils der zweiten Hauptgruppe anschliefsen.

Auf die Frage, welche Farben ihm als die lebhaf-

testen erschienen, bezeichnete N. ein schönes Dunkelviolett, das mit jenen blauen Papieren zusammenlag, die H. als solche genannt hatte; ferner dasselbe dunkle Gelbroth, dasselbe Zinnoberroth und eines der gelben Papiere, die H. bei derselben Frage hervorgehoben hatte; außerdem ein ziemlich dunkles, etwas gelbliches Grün.

Versuche mit farbigen Gläsern. Die farbigen Gläser, welche ich N., gegen den hellen Himmel gehalten, betrachten liefs, benannte er sämmtlich richtig: grün, roth, rothgelb, gelb, blau, blauroth. Nur die beiden letzten Namen verwechselte er einigemal, ohne jedoch, wenn er blaue und violette Gläser, die H. für gleich gehalten hatte, neben einander hielt, das Röthliche in den letzteren zu übersehen. Das dunkelgrüne und das feurigrothe Glas, welche H. gleich erschienen waren, fand N. wenig ähnlich, und er nannte richtig jenes grün und dieses roth. Ein schlechtes, in's Bräunliche und Violette fallendes Roth erschien ihm, wie mehreren Personen der ersten Klasse, als eine vorzüglich schöne Farbe.

Es ist auffallend, dafs N., der mit H. in der Beurtheilung der farbigen Papiere fast vollkommen übereinstimmt, die gefärbten Gläser so sehr viel besser unterscheidet, als dieser, wenngleich er allerdings offenbar auch hier dem Unterscheidungsvermögen eines gewöhnlichen Auges längst nicht gleichkommt. Es zeigt sich hierin, dafs N. den Fehler der Farbenverwechselung in geringerem Grade besitzt, als H., dessen Auge überhaupt schwächer ist, indem der Erstere bei diesen sehr lebhaften Farbeneindrücken noch einen Unterschied empfindet, der ihm bei den nie so lebhaft leuchtenden Farben der undurchsichtigen Pigmente in gleichem oder beinahe gleichem Grade zu fehlen scheint, wie dem Letzteren.

Farbige Papiere durch bunte Gläser betrachtet. Mit farbigen Gläsern vor dem Auge bemerkte N. an den meisten der vorher verwechselten Papiere einen gröfseren oder geringeren Unterschied. Durch ein schö-

nes, nicht sehr tief gelbrothes Glas sah er Alles sehr dunkel; ein orangefarbiges zeigte auch ihm, wie H., im Allgemeinen die gröfsten Unterschiede, und mittelst desselben gelangte er sehr bald dahin, die vorhin unrichtig benannten Farben mit ziemlicher Sicherheit zu bestimmen. Nur Lila und Grau sind durch dieses Hülfsmittel nicht gut zu unterscheiden.

Bei Lampenlicht fand N. die von H. gelegte Farbentafel, die er am Tageslicht gebilligt hatte, nicht mehr ganz passend, indem ihm die rothen Blätter heller erschienen, als die dazu gelegten grünen und blauen. Eine gleiche Wirkung wurde erlangt, als er am Tageslichte ein ziemlich helles orangefarbiges Glas vor's Auge nahm.

Versuche am prismatischen Farbenbilde. N. nannte das Roth und Orange des Spectrums *roth*, das Gelb bis in's Grün hinein *gelb*, das Grün richtig, das Blau und Violett *hell-* und *dunkelblau.* Wie H., gab er mit blofsem Auge die untere Gränze etwas zu hoch an. Mit blauem Glase vor dem Auge, erkannte er den unteren rothen Theil nicht mehr, wenn auch diefs Glas so wenig tief gefärbt war, dafs es das Orange noch nicht völlig verdunkelte. Einen gleichen Erfolg hatte ich mit einer grünen Auflösung von schwefelsaurem Kali-Chromoxyd (Chromalaun). Wenn man nämlich eine Flasche mit dieser Auflösung vor das Auge nimmt, so wird (für das gewöhnliche Auge) das prismatische Gelb ausgelöscht, so dafs, ähnlich wie beim kobaltblauen Glase, nur an einer höheren Stelle ein dunkler Streif quer durch das Spectrum geht. Den dadurch abgegränzten unteren rothen Theil des Spectrums sah N. nicht, als er mir noch in ziemlich lebhaftem Lichte erschien, obgleich ich ihn auf das Vorhandenseyn desselben aufmerksam machte. Als den hellsten Theil des Spectrums bezeichnete er, bei unbewaffnetem Auge, eine Stelle im Grün, näher dem Gelb, also ebenfalls zu hoch, wenn auch nicht in dem Grade, wie H.

Beide Eltern N's verwechseln die Farben nicht, auch sonst Niemand in seiner Familie.

XII.

F., 12 Jahr alt, hat dunkelbraune Augen, schwarze Haare, und ist überhaupt vollkommen brünett. Er wufste, dafs er die Farben nicht richtig benennen könne, was ich selbst auch schon vor sieben Jahren einmal an ihm beobachtet hatte.

Als ich ihn aus einer Anzahl farbiger Papiere diejenigen aussuchen liefs, die ihm gleich oder sehr ähnlich erschienen, waren seine Verwechselungen bei allen Farben so ähnlich denen H's und N's, dafs die bei Jenen gegebene Beschreibung auch auf diesen Fall ganz übertragen werden kann. In der von H., gelegten Farbentafel nahm F. einige höchst unbedeutende Aenderungen vor, indem er die Folge einiger ihm, wie H., sehr ähnlich erscheinender Blätter nur darum etwas änderte, weil sie ihm dadurch nach der Helligkeit richtiger geordnet erschienen; im Uebrigen stimmte er jener von H. getroffenen und von N. gebilligten Anordnung ganz bei.

Ein Bruder F's, ebenfalls vollkommen brünett, hat auch die Eigenschaft, Farben zu verwechseln.

XIII.

Unter den Papieren meines Vaters befinden sich die Angaben seiner, vor 20 Jahren angestellten Beobachtungen über Farbenwechselung an Professor A. zu N. Demselben war eine Menge Rollen mit gefärbter offener Stickseide vorgelegt worden, um die Farbe derselben anzugeben.

Er rechnete

zu *Gelb:* Gelb bis Hellorange, Braungelb, Gelbgrün, auch ein sehr helles Bläulichgrün;

zu *Orange:* Orange, Gelbgrün, Gelbbraun;

zu *Braun:* Schwarzbraun, dunkles Rothbraun und

Gelbbraun, Dunkel- und Mittelgrün, auch Dunkelroth und Dunkelviolett;

zu *Grün:* Mittel- und Dunkelgrün, sowohl reines, als solches, das in's Gelbliche oder Bräunliche zieht; Bläulichgrün vom hellsten bis zum dunkelsten; auch Schwarzbraun, Schmutzigviolett, Fleischfarben und Rosenroth (von derselben Farbe, die er sonst unter Blau stellte); auch ein Dunkelblau war unter Grün gelegt;

zu *Roth:* Rosenroth, Gelbroth, Bläulichroth, auch Braunroth, Rothbraun und Dunkelviolett;

zu *Violett:* Violett, auch ganz röthliches und solches, das fast Blau zu nennen ist; auch ein Stahlgrau war zu Violett gerechnet;

zu *Blau:* Hell- und Dunkelblau, Bläulich- und Röthlichviolett, Blafsrosenroth;

zu *Grau:* ganz blasses Rosenroth und Blau, und ein in's Gelblichröthliche ziehendes Weifs. Ein blasses Blau wurde Silberfarb genannt.

Weifs und *Schwarz* wurden richtig benannt.

In gefärbten Wollen beging Prof. A. ähnliche Verwechselungen, doch irrte er hier weniger, als bei den Seiden, was höchst wahrscheinlich auf dem störenden Einflusse des Seidenglanzes beruht.

Schon diese Angaben würden hinreichen zu zeigen, dafs Prof. A. zu unserer zweiten Klasse gehört. In der That aber wurden einige der von ihm als gleich zusammengestellten Seidenproben, die sich noch vorfanden, auch von H. und N. als gleich oder sehr ähnlich anerkannt, dagegen von v. R. gröfstentheils nicht.

Durch farbige Gläser sehend, oder bei Kerzenlicht, fand Prof. A. solche Farben ungleich, die seinem blofsen Auge bei Tage gleich erschienen waren.

Unter den hier beschriebenen Fällen von Farbenverwechselung zeigt sich dieser Fehler in ziemlich un-

gleichem Grade. Es scheinen auch solche Fälle vorzukommen, bei denen sich etwas Aehnliches in noch geringerem Maafse zeigt, und die daher einen Uebergang zu dem normalen Zustande des Auges bilden.

XIV.

K., 16 Jahr alt, hat blaue Augen und hellbraune Haare. Er sagte mir, dafs er in der Benennung der Farben nicht vollkommen sicher sey. Er hat allerdings wohl einen unvollkommenen Farbensinn, aber viel weniger, als alle bisher Genannten; denn er ordnete die ihm vorgelegten Papierproben grölstentheils ziemlich gut, und wendete nur hauptsächlich die Namen zum Theil unrichtig oder wenigstens ungenau an. Die Benennung *Blau* gebrauchte er für alles Blau, für Hell- und Dunkelviolett, in denen er jedoch eine Beimischung von Roth nicht übersah, auch für helles Grau; dabei ordnete er die Lila-Papiere mit den grauen, besonders bläulichgrauen, nicht aber mit reinblauen durch einander. Die Benennung *Gelb* wandte er richtig an. Gelbbraun bis in's Hellchamois nannte er *rothbraun*. Orange Papiere nannte er *hellroth;* die gelblichrothen: *roth;* auch die carmoisin- und rosenrothen nannte er *roth*, *rosa*, und ordnete diese letzteren richtig. Eben so ordnete und benannte er die grünen richtig. Auch den Namen *Braun* wandte er meist richtig an; er gebrauchte denselben auch für ein in's Schwärzlichbraun fallendes Dunkelviolett. Graubraune und bräunlichgraue Papiere, die er etwas unvollkommen ordnete, nannte er *grau.*

Ich wählte 50 bis 60 farbige Papiere aus, um sie einer Anzahl von Personen vorzulegen, bei denen ich keinen Grund hatte, einen ähnlichen Fehler zu vermuthen. Die meisten unter diesen ordneten und benannten die Farben richtig, wenn auch nicht alle mit gleicher Leichtigkeit. Einige Andere zeigten im Ordnen und mehr noch im Benennen der Farben mehr oder minder

Unsicherheit, ohne jedoch solche Irrthümer zu begehen, in denen sich eine wirkliche Verwechselung ungleicher Farben zeigte. Obgleich es nun bei dieser Art von Unsicherheit nicht leicht ist zu beurtheilen, in wie weit sie physischen oder psychischen Ursachen zuzuschreiben ist, so ist doch dieselbe für denjenigen, welcher, sey es von Natur oder durch Uebung, eine gröfsere Sicherheit in der Erkennung der Farben besitzt, auffallend genug, um, in Verbindung mit den berichteten Fällen, auf die Vermuthung zu führen, dafs derselben eine ähnliche, nur geringere Mangelhaftigkeit des Organs, wie bei den vorhergehenden Personen, zum Grunde liege.

In Fällen, wie diese letzten (XIV eingerechnet), würde durch Uebung viel zur Verbesserung des Farbensinns geschehen können. Auch in den übrigen wird dieselbe nicht ohne Einflufs seyn, jedoch nur bis zu einem gewissen Grade. Denn durch sie kann das Auge gewöhnt werden, kleine Unterschiede, die es sonst leicht übersieht, zu beachten. Daher wird z. B., wem Grün und Roth ähnlich, aber nicht vollkommen gleich erscheint, durch Uebung dahin gelangen können, diese beiden Farben zu unterscheiden, und aus den ihm bemerkbaren kleinen Unterschieden wissen können, dafs das normale Auge hier grofse Unterschiede sieht. Wenn dagegen, wie diefs öfters der Fall ist, zwei verschiedene Farben dem fehlerhaften Auge, selbst wenn sie neben einander gehalten werden, völlig gleich erscheinen, so kann die Uebung des blofsen Auges keinen Erfolg haben, und nur durch künstliche Mittel, wie die Bewaffnung mit farbigen Gläsern, einige Hülfe gegeben werden.

Allgemeine Bemerkungen.

Ich habe bei den Versuchen sorgfältig darauf geachtet, ob nicht die Individuen, welche die von uns unterschiedenen Farben verwechseln, vielleicht zuweilen da einen Unterschied bemerken, wo wir keinen wahr-

nehmen, was wenigstens bei denen denkbar wäre, die für gewisse Strahlen des Spectrums sich weniger empfindlich zeigen. Ich habe aber, ungeachtet der grofsen Anzahl von farbigen Papieren, welche gebraucht wurde, und worunter sich gewifs ähnliche Farben von ungleicher Mischung vorfinden, nichts bemerken können, was dieser Vermuthung einen hinreichenden Grund geben könnte [1]). Ich habe selbst einige Farben, die gewifs ungleicher Beschaffenheit waren, in dieser Beziehung einer Prüfung unterworfen. Ein Papier mit Zinnober und ein anderes mit einer Mischung aus Carmin und Gummigutt bemalt, wurden, wie sie es wirklich waren, sowohl von N. als von v. R. höchst ähnlich gefunden. Mehr noch eigneten sich zu einem solchen Versuche durchsichtige farbige Körper, da sich deren ungleiches Verhalten am prismatischen Spectrum prüfen läfst. Ich nahm ein tiefblaues Glas und eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak, beide von so gleicher Farbe als möglich; jenes wirkt auf das Spectrum in der oben angegebenen Weise, indem es das Orange auslöscht und auch das Grün zum Theil schwächt, aber das Gelb und Roth, wenn auch geschwächt, doch noch sehr deutlich als getrennte Theile stehen läfst; die Kupferauflösung dagegen löscht den ganzen unteren Theil des Spectrums, bis in's Grün hinein, völlig aus. Diese beiden Farben gegen den hellen Himmel gehalten, wurden sowohl von N. als von E. und v. R. ganz gleich

1) Man mufs sich hier nicht täuschen lassen, wenn man findet, dafs solche Personen vielleicht zwei mäfsig verschiedene Farben völlig verschieden finden (z. B. bei Dalton: *pink* und *red*, oder die Farbe von *Geranium zonale* bei Tages- und Kerzenlicht); denn darin liegt nicht, dafs sie hier gröfsere Unterschiede empfinden, als das gewöhnliche Auge, sondern nur, dafs ihnen der Unterschied *verhältnifsmäfsig ihres sonstigen Unterscheidungsvermögens* bedeutend ist, und zwar deshalb, weil er von der Beimischung einer Farbe (z. B. Gelb) herrührt, für deren Eindruck sie am meisten Empfindung haben.

gefunden. Eine grüne Auflösung von schwefelsaurem Kali-Chromoxyd löscht am Spectrum das Violett mit einem Theil des Blau und weiterhin das Gelb aus, läfst aber das Roth deutlich als getrennten Theil stehen; ein grünes Glas, jenem nicht vollkommen gleich, aber sehr ähnlich, löscht von oben herein das Violett, von unten herein das Roth bis gegen das Orange hin. Zwischen der Farbe dieser beiden Körper fanden E. und v. R. gar keinen, und N. nur einen geringen Unterschied. Schön rothe Auflösungen von Alizarin und Hämatin in Weingeist, und ein ihnen sehr ähnliches feurigrothes Glas, die jedoch auch in ihrer Wirkung auf das Spectrum keine Verschiedenheit zeigen, wurden sowohl von N. als von v. R. ganz gleich gefunden. Eben so einige grüne Kupferauflösungen und Gläser.

Als Resultat der hier im Einzelnen mitgetheilten Beobachtungen kann Folgendes angesehen werden:

Aufser solchen Personen, welche in der Bestimmung der Farben Schwierigkeit finden, ohne jedoch ungleiche Farben für gleich zu halten, kommen nicht selten solche vor, die, bald in höherem, bald in geringerem Maafse, gewisse ganz ungleiche Farben mit einander verwechseln. Aber nicht nur in Beziehung auf die Stärke, sondern auch in Beziehung auf die Art dieser Verwechselungen sind Unterschiede bemerkbar. In der letzteren Beziehung zerfallen die von mir untersuchten Individuen, kleinere Verschiedenheiten nicht gerechnet, in zwei Klassen.

Zu der *ersten Klasse* gehören die unter I bis VIII beschriebenen Fälle, welche zwar in Beziehung auf den Grad der Verwechselungen ziemlich beträchtliche, aber in Beziehung auf die Art derselben nur unbedeutende Verschiedenheiten zeigen. Folgende Farben sind es, die sie mehr oder weniger mit einander verwechseln:

Helles Orange und reines Gelb.
Gesättigtes Orange, helles Gelblich- oder Bräunlichgrün und Gelbbraun.
Reines Hellgrün, Graubraun und Fleischfarb.
Rosenroth, Grün (mehr bläulich als gelblich) und Grau.
Carmoisin, Dunkelgrün und Haarbraun.
Bläulichgrün und unreines Violett.
Lila und Blaugrau.
Himmelblau, Graublau und Graulila.

Als das Wesentliche ihres Gesichtszustandes ergiebt sich Folgendes:

Sie haben einen sehr mangelhaften Sinn für den specifischen Eindruck aller Farben überhaupt; am unvollkommensten ist er für das Roth und, was damit nothwendig zusammenhängt, für das complementäre Grün, indem sie diese beiden Farben vom Grau wenig oder gar nicht unterscheiden; nächstdem für das Blau, das sie auch vom Grau ziemlich unvollkommen unterscheiden; am meisten ausgebildet pflegt ihr Sinn für das Eigenthümliche des Gelb zu seyn, doch ist ihnen auch diese Farbe viel weniger vom Farblosen verschieden, als dieſs beim normalen Auge der Fall ist.

Zu der *zweiten Klasse* gehören die Fälle IX bis XIII. Ihr Zustand hat mit dem der ersten Klasse viel Aehnlichkeit. *Auch sie erkennen Gelb noch am besten; sie unterscheiden Roth etwas besser, Blau etwas weniger vom Farblosen, vorzüglich aber Roth von Blau viel unvollkommener, als die erste Klasse.* Die von ihnen verwechselten Farben sind nämlich folgende:

Hellorange, Grünlichgelb, Bräunlichgelb und reines Gelb.
Lebhaft Orange, Gelbbraun und Grasgrün.
Ziegelroth, Rostbraun und Dunkelolivengrün.
Zinnoberroth und Dunkelbraun.
Dunkelcarminroth und Schwärzlichblaugrün.

Fleischroth, Graubraun und Bläulichgrün.
Mattes Bläulichgrün und Grau (etwas bräunlich).
Unreines Rosa (etwas gelblich) und reines Grau.
Rosenroth, Lila, Himmelblau und Grau (etwas in's Lila fallend).
Carmoisin und Violett.
Dunkelviolett und Dunkelblau.

Sie haben, was bei der ersten Klasse nicht der Fall ist, nur eine geschwächte Empfindung von den wenigst brechbaren Strahlen.|

Dieser letzte Umstand ist es allein oder vorzugsweise, auf welchem der Unterschied zwischen beiden Klassen beruht, denn derselbe erklärt nicht nur, warum Roth von der zweiten Klasse mit dunklerem Grün, als von der ersten verwechselt wird, sondern es lassen sich auch wohl die übrigen Unterschiede beider daraus ableiten, wenn man bedenkt, dafs durch den Mangel der gelbrothen Strahlen erstlich das farblose Licht dem Blau (wenigstens dem Blau der ersten Ordnung) näher kommt, und zweitens auch Roth (wenigstens ein aus den beiden Enden des Spectrums gemischtes) näher dem Blau oder Violett. Ich habe in dieser Beziehung noch folgenden Versuch angestellt.

In der Dämmerung verschwinden bekanntlich die wenigst brechbaren Strahlen zuerst aus dem Lichte der Atmosphäre, wodurch die bekannten Aenderungen in dem Ansehen der Farben entstehen. Hier mufs also, wenn der Mangel an Empfindung für jene Strahlen den Unterschied beider Klassen begründet, der Zustand der ersten Klasse in den der zweiten übergehn. Ich legte dem v. R. gegen Abend die Farbentafel E's vor, die er im Allgemeinen billigte, und die H's, die er viel unrichtiger fand. Bei einbrechender Dämmerung erschien ihm jene immer unrichtiger, und diese immer richtiger, bis er bei einem gewissen Grade der Dämmerung die letztere gröfstentheils gut geordnet fand, während ihm jetzt die er-

stere, besonders in Beziehung auf die Dunkelheit der Farben, unrichtig erschien. Durch einige besondere Proben habe ich mich noch namentlich davon überzeugt, dafs er jetzt Himmelblau (welches in der Dämmerung auch dem Grau in der That ziemlich ähnlich wird) mit Rosenroth ganz eben so verwechselte, wie die zweite Klasse am Tageslicht. Bei noch weiter vorschreitender Dämmerung erschien ihm auch H's Tafel nicht mehr richtig, sondern die rothen Papiere, die bei Tage an ihrer Stelle zu hell waren, nunmehr zu dunkel. Bei diesem Versuche waren H. und N. (von der zweiten Klasse) zugegen. Die einbrechende Dämmerung hatte auf ihr Auge keinen merklichen Einflufs; es erschien ihnen die Farbentafel H's noch immer richtig und ungeändert, als sich auch v. R. schon mit derselben einverstanden erklärte, und sie bemerkten den Einflufs der Dämmerung, besonders durch das Dunklerwerden der rothen Papiere, erst als dieselbe so stark wurde, dafs auch der Letztere dieselbe Tafel unrichtig fand.

Die Individuen der zweiten Klasse werden umgekehrt einigermafsen in den Zustand der ersten Klasse versetzt, wenn sie ein helles orangefarbiges Glas vor's Auge nehmen.

Dafs mit diesen beiden Hauptklassen alle möglicherweise vorkommenden Fälle erschöpft seyen, kann natürlich nicht behauptet werden, und es wäre sehr wohl denkbar, dafs es z. B. Individuen gäbe, welche das Gelb eben so wenig vom Farblosen zu unterscheiden vermöchten, als die hier beschriebenen das Roth. Indefs mufs ich bemerken, dafs unter allen den von anderen Beobachtern angeführten Fällen ähnlicher Gesichtszustände, welche ich habe vergleichen können, kaum einige wenige sich befinden, bei welchen etwas dieser Art stattzufinden scheint, und welche nicht unter eine der beiden genannten Klassen gerechnet werden könnten, nur dafs zuweilen eine Verwechselung von Grün und Blau

in höherem Grade statt zu finden scheint, als mir eine solche vorgekommen ist.

Die interessante Beschreibung, welche J. Dalton (*Memoirs of Lit. and Phil. Soc. of Manchester, Vol. V,* und *Edinb. Journ. of Science, No. IX*) von seinem eigenen Gesichtszustande giebt, stimmt durchgängig mit dem überein, was ich an der zweiten Klasse beobachtet habe; auch findet sich hier die Bemerkung, dafs ihm der rothe Theil des prismatischen Spectrums von schwachem Lichte zu seyn scheine, übereinstimmend mit dem, was ich von den Fällen IX und XI angeführt habe [1]). Dalton's Bruder und einige andere Personen, deren Farbensinn er mit dem seinigen verglichen hat, zeigten sich mit ihm übereinstimmend; so auch die Meisten derer, von denen er nur gehört hat.

Der im *Edinb. Phil. Journ. Vol. VI* beschriebene Fall von einem Hrn. Tucker gehört ebenfalls zu unserer zweiten Klasse. Dasselbe scheint mit Hrn. Scott (*Phil. Transact. LXVIII*) der Fall zu seyn.

Dr. Sommer giebt in Gräfe und Walther's Journal für Chirurgie, Bd. V, eine ausführliche Beschreibung seines eigenen Farbensinnes. Alles, was er davon anführt, stimmt mit dem überein, was ich an der zweiten Klasse gefunden habe. Dasselbe gilt von dem Zustande seines Bruders. Drei andere Personen verhielten sich wie Dr. Sommer selbst. Auch Dr. G—m scheint in dieselbe Klasse zu gehören. Von dem Letzteren wird angeführt, dafs er bei einiger Dunkelheit besser sehe, als andere Personen, die ihn bei Tage an Gesichtsschärfe übertreffen. Ich vermuthe, dafs diefs von der Dämmerung zu verstehen ist, indem hier, wo die wenigst brechba-

1) Brewster sagt hingegen in den Briefen über die natürliche Magie (S. 44 der deutschen Uebersetzung), dafs nach seiner Beobachtung Dalton das ganze Spectrum sieht, nur dafs ihm der rothe Theil gelb erscheint.

baren Strahlen zuerst verschwinden, das Abnehmen des Tageslichtes den Augen der zweiten Klasse weniger empfindlich seyn mufs, als denen der ersten Klasse und dem gewöhnlichen Auge.

Was Göthe (zur Farbenlehre, Bd. I §. 103) von zwei Personen erzählt, zeigt lauter solche Verwechselungen, wie sie bei unserer zweiten Klasse sich finden; eben so das, was Dr. Brandis (im ersten Bande zur Morphologie und Naturwissensch. von Göthe) von sich und einem Neffen mittheilt. Desgleichen scheinen die Fälle, die W. Nicholl (*Medico-chirurg. Trans. of London, VII*) von einem Knaben, dessen Grofsvater und Grofsonkel, und der, welchen er (ebend. IX) beschreibt, zu unserer zweiten Klasse zu gehören. Von dem Letzteren wird angeführt, dafs er im Dunkeln besser sehe, als Andere, was wahrscheinlich, wie bei Dr. G—m, auf die Dämmerung zu beziehen ist. In der Salzburger medic. chirurg. Zeitung, Bd. IV, wird dreier Personen gedacht, die mit dem Letzteren übereinkommen.

Eine sehr ausführliche Beschreibung eines Falles giebt Harvey (*Edinb. Trans. X*). Man wird darin, bei genauerer Vergleichung seiner Beobachtungen, fast alle die Verwechselungen antreffen, die ich von der zweiten Klasse in Betreff der Pigmente beschrieben habe, so dafs ich, obgleich Harvey nicht dieselben Folgerungen aus seinen Beobachtungen gezogen hat, doch auch diesen Fall als zur zweiten Klasse gehörig betrachte. Nur eine Angabe weicht etwas ab. Es wird nämlich angeführt, dafs jener Mann, welcher Schneider war, einmal himmelblaues Tuch statt Grün zum Ausbessern eines Kleides genommen habe. Sofern auf diese Angabe, die Harvey aus der Erzählung eines Anderen entnimmt, und die nicht deutlich angiebt, ob beide Farben für ganz gleich gehalten wurden, einiges Gewicht gelegt werden darf, scheint darin eine stärkere Verwechselung von Grün und Blau, und also eine schwächere

Wahrnehmung für Gelb zu liegen, als sie mir vorgekommen ist [1]). Dafs eine solche zuweilen stattfindet, scheint noch deutlicher aus den Angaben über einige andere Fälle hervorzugehen, von denen allerdings keiner hinreichend genau beschrieben ist, um eine Entscheidung über diesen Punkt zu geben.

Gall nämlich sagt (*Anat. et physiol. du syst. nerveux T. IV. p.* 98), dafs Dr. Unzer zu Altona niemals Grün und Blau habe unterscheiden können. In Rozier, *Observ. sur la phys. XIII*, wird von Jemand erzählt, der durch diesen Fehler im Malen gehindert wurde. Wenn derselbe Roth statt Dunkelblau gebrauchte und Roth neben Grün setzte, so zeigt sich darin nichts von der zweiten Klasse Abweichendes; wenn er aber Gelb auf Blau (wahrscheinlich als Licht) aufsetzte, so scheint sich auch hier eine mangelhafte Empfindung für das Gelb zu verrathen. Troughton (Brewster's Briefe über die natürl. Magie, S. 44 der Uebers.) soll auch Grün für Blau halten, was indefs vielleicht mehr nur für einen unrichtigen Gebrauch der Benennungen, als für ein wirkliches Identischsehen beider Farben zu nehmen ist. Dasselbe dürfte vielleicht auch von dem Manne gelten, von welchem Helling (pract. Handb. der Augenkrankheiten, I, S. 1) spricht, dem Hellblau mit Grün und Roth gleich zu seyn schien. Die ebendaselbst erwähnten Fälle von zwei jungen Leuten lassen sich nach den wenigen Bemerkungen nicht beurtheilen. Der Grofsvater derselben soll gar keine Farben haben unterscheiden

1) Dafs dieses Individuum sich beschwerte, dafs ihm nicht nur Gemälde, sondern auch die freie Natur ein düsteres, trübes Ansehen habe, erscheint sehr sonderbar, da man nicht einsieht, wie Jemand, der sich nie in einem anderen Gesichtszustande befunden hat, und kein Mittel hat, sich in den Zustand eines gewöhnlichen Auges zu versetzen, zu einer solchen Ansicht über einen Gegenstand kommt, über den doch immer nur ein relatives Urtheil gefällt werden kann.

können, doch zeigt das, was gleich hinzugefügt wird, dafs diese Aeufserung nicht im strengsten Sinne zu nehmen ist.

Die beiden Fälle, von denen Colquhoun (Froriep's Notizen, XXIV) Nachricht giebt, dürften mehr zur zweiten als zur ersten Klasse zu rechnen seyn, dagegen der, welchen Brewster im *Edinb. Journ. of Sc. No. VII* berichtet, so wie der in *No. XIX* desselben Journals (es wird nicht gesagt, ob beide Fälle identisch sind) zu unserer ersten Klasse zu gehören scheinen. Die Beschreibung, welche Wardrop (*Essays on the morbid anatomy of the human Eye*, 1818, *II*, *p.* 196; daraus in Meckel's Archiv für die Physiologie, V) giebt, läfst nicht entscheiden, ob die Fälle, die er vor Augen hatte, mehr der zweiten oder ersten Klasse angehören. Eben so wenig kann diefs von dem in Lichtenberg's Magazin, I, erwähnten Falle entschieden werden.

Der Fall, welchen Herschel (*Light*, §. 507) beschreibt, scheint zu unserer ersten Klasse zu gehören, denn wenn gleich der Name Blau für Carmoisin und Purpurroth gebraucht ist, so folgt doch daraus, zumal bei der Natur der zum Versuch angewendeten Farben, nicht eine gröfsere Annäherung zur zweiten Klasse, von der ihn vielmehr die Angabe ausschliefst, dafs keine Unempfindlichkeit für irgend einen Theil des Spectrums sich zeigte.

Vorzüglich merkwürdig ist endlich der von Huddart in den *Phil. Trans.*, *LXVII*, beschriebene Fall von einem Schuhmacher Harris, indem hier eine geringere Empfindlichkeit für die Farbenunterschiede stattgefunden zu haben scheint, als irgend in einem anderen bekannt gewordenen Falle. Aeufserungen, wie die, dafs er Grund habe zu glauben, dafs Andere etwas an den Gegenständen sehen, das ihm nicht sichtbar sey, und dafs ihre Sprechweise Eigenschaften mit Bestimmth[illegible]

benennen scheine, die er nur mit Zweifel und oft mit Irrthum rathen könne, beweisen bei einem verständigen Manne, wie Harris gewesen zu seyn scheint, dafs hier nur noch eine Spur von Farbenunterschieden vorhanden war, obgleich er solche Unterschiede noch wahrnehmen konnte, wenn er die Farben neben einander sah. Die Verwechselungen, welche von seinem Bruder angeführt werden, sind von derselben Art, wie die, welche unseren beiden Klassen ziemlich gemeinsam sind.

So weit sich also aus den Beschreibungen urtheilen läfst, scheinen fast alle beobachteten Fälle eines solchen Gesichtsfehlers auf die eine oder die andere der von mir unterschiedenen Klassen zurückgeführt werden zu können, und es dürfte, mit Ausnahme solcher extremer Fälle, wie der zuletzt erwähnte, kaum je etwas wesentlich Verschiedenes vorkommen.

Purkinje (im encyclopäd. Wörterbuch der medic. Wissensch., herausg. v. d. Prof. d. medicin. Facultät zu Berlin, I, S. 259) rechnet vier Arten dieses Gesichtszustandes. Davon beziehen sich zwei, nämlich *Achromatopsie* und *Chromatodysopsie*, auf die *Stärke* dieses Fehlers, und bezeichnen den höchsten und den schwächsten Grad desselben [1]), zwei andere aber auf die *Art* desselben. Diese werden durch die Namen *Akyanoblepsie* [2]) und *Anerythroblepsie* bezeichnet. Doch sind

1) Unter Achromatopsie ist das gänzliche Unvermögen, irgend Farben zu unterscheiden, verstanden, wenn anders nicht die Erzählungen dieser Art in den meisten Fällen einer unvollkommenen Beobachtung ihren Ursprung verdanken. Dahin wäre wohl nur der erwähnte Fall von Harris *Ph. Tr. LXVII*, zu rechnen; der ebend. *LXVIII* erzählte Fall von Scott wenigstens nicht. Der krankhafte Zustand einer Frau, die Alles schwarz sah, wovon in Blankart *Collectanea medico-physica Cent. IV. XXVI* erzählt wird, ist wohl eine Erscheinung ganz anderer Art.

2) Der Name Aky[illegible]ührt, welcher

diese beiden in der That nicht merklich von einander verschieden, und die dahin gerechneten Fälle gehören sämmtlich zu unserer zweiten Klasse. Wenn nämlich die Einen Blau mit dem Namen Roth, die Anderen Roth mit dem Namen Blau bezeichnen, so folgt daraus nur, dafs sowohl jene als diese Roth und Blau nicht von einander unterscheiden [1]).

Die *Ursache* dieser Unvollkommenheit hat man, auf Grund der von Dalton bemerkten Erscheinung eines geschwächten Eindrucks vom prismatischen Roth, in einer mangelnden Empfindung für gewisse Strahlen des weifsen Lichtes zu finden geglaubt. Dalton selbst (*Edinb. Journ. of Sc. IX, p.* 97) ist dieser Meinung, und vermuthet, dafs dieser Mangel auf einer blauen Färbung der Glasfeuchtigkeit beruhe, während Andere sie unmittelbar aus einer mangelnden Reizbarkeit der Nerven für dieses Licht ableiten, vergleichbar dem Gehör solcher Personen, die, nach Wollaston's, durch Savart wohl nicht ganz widerlegten Beobachtungen, die höchsten Töne nicht mehr wahrnehmen [2]). Auch ich war durch die Beobachtungen, die ich mit H. angestellt hatte, anfangs auf diese Vermuthung geführt worden,

annimmt, dafs diese Personen kein Blau, sondern statt dessen Rosenroth sehn.

1) Merkwürdig ist die Beobachtung von Purkinje (Beob. und Versuche zur Physiol. der Sinne, II, S. 15), dafs das gewöhnliche Auge eine ähnliche Unsicherheit zeigt, wenn die Sehaxe fixirt ist, und etwas Farbiges von der äufsersten Peripherie des Gesichtsfeldes langsam hereinbewegt wird. Ich habe diesen interessanten Versuch mit ähnlichem Erfolge wiederholt, jedoch erstreckt sich diese Unsicherheit bei mir nicht so weit in das Gesichtsfeld hinein, wie Purkinje es beschreibt, und findet bei lebhaften Farben nur statt, so lange diese sich nahe dem äufsersten Theile des Gesichtsfeldes befinden.

2) Brewster interpretirt seine im *Edinb. Phil. Journ. Vol. VI* und *Edinb. Journ. of Sc. No. VII* ausgesprochene Ansicht spä[illegible] *Edinb. Journ. of Sc. No. XIX*) in einem anderen Sinne.

habe mich jedoch nachher bei weiterer Ausführung der Versuche überzeugt, dafs dieselbe unzureichend ist. Selbst bei unserer zweiten Klasse, wo wirklich ohne Zweifel eine geschwächte Empfindung für die wenigst brechbaren Strahlen vorhanden ist, sind die Verwechselungen stärker und mannigfaltiger, als dafs sie aus diesem Umstande allein hergeleitet werden könnten. Es wäre wohl möglich, dafs es Personen gäbe, welche eben jene geschwächte Empfindung für die mindestbrechbaren Strahlen besäfsen, ohne sehr auffallende Verwechselungen zu begehen; sie würden sich nur fortwährend in einem ähnlichen Zustande befinden, wie das normale Auge in der Dämmerung. Ich habe versucht mein Auge künstlich in einen solchen Zustand zu versetzen, indem ich dasselbe längere Zeit dem Roth des Prisma's oder eines gefärbten Glases im übrigens verfinsterten Zimmer aussetzte. Wenn ich darauf Farben bei einer *äufserst* schwachen Beleuchtung betrachtete, so erschienen mir wohl einige der von H. verwechselten Farben ziemlich ähnlich, dagegen andere durchaus nicht. — Noch weniger aber, als für unsere zweite Klasse, würde eine solche Erklärung für die erste Klasse hinreichend seyn. Denn nicht nur ist hier nichts von einer ähnlichen schwächeren Empfindung für gewisse Strahlen zu bemerken, sondern selbst, wenn man eine solche annehmen wollte, würde sich dadurch nicht erklären, warum verschiedene Theile des prismatischen Farbenbildes, namentlich die grünen und rothen Strahlen, einen fast gleichen Eindruck machen, wenigstens dann gewifs nicht, wenn man der gewöhnlichen Ansicht über die Farbenzerstreuung folgt.

Wh. Nicholl's Vermuthung von einer mangelnden Empfindung für Blau (*Ann. of Phil. N. S. III*) und einige andere hin und wieder aufgestellte Ansichten halte ich für noch weniger begründet.

Ich wage nicht zu entscheiden, ob überhaupt diese Erscheinung auf eine weitere physikalische Erklärung

ähnlicher Art wird zurückgeführt werden können, wozu allerdings in jener geschwächten Empfindung für die wenigst brechbaren Strahlen bei einem Theile dieser Personen ein Fingerzeig zu liegen scheint, oder ob man sich nicht vielleicht wird begnügen müssen, einfach die Thatsache hinzustellen, dafs der Farbensinn sich bei verschiedenen Personen auf äufserst verschiedenen Stufen der Entwicklung findet, und bei einigen äufserst unvollkommen ist, besonders in Betreff gewisser Farben. In jedem Fall aber scheint es mir zu einer naturgemäfsen Auffassung des Gegenstandes erforderlich zu seyn, dafs man diese Fälle nicht als vereinzelte Abnormitäten, als isolirt stehende Ausnahmen von einer allgemeinen Regel, sondern nur als extreme Fälle einer Unvollkommenheit ansehe, die in schwächerem Grade wohl noch öfter vorkommt, ohne gewöhnlich bemerkt zu werden. Von dem fast gänzlichen Mangel irgend einer Unterscheidung von Farben, wie sie bei Harris (*Phil. Tr. LXVII*) stattgefunden zu haben scheint, bis zum normalen Farbensinne mögen sich wohl alle Uebergänge finden, und in der That geben die von mir beobachteten Thatsachen allein eine ziemlich vollständige Reihe von Abstufungen stärkerer, schwächerer Verwechselungen bis zu einer blofsen Unsicherheit in der Bestimmung der Farben, und endlich bis zum gewöhnlichen Farbensinne. Wahrscheinlich sind wir alle in sehr ungleichem Grade mit dem Farbensinne ausgestattet. Obgleich es nicht unmöglich scheint, auch diefs durch andere Arten des Versuchs zu prüfen, so wird doch unter gewöhnlichen Umständen eine mäfsige Unvollkommenheit dieses Sinnes nicht bemerkbar seyn, wenn man nicht etwa die geschmackwidrigen Farbenzusammenstellungen in der Kleidung mancher Personen, die Eigenthümlichkeiten in dem Colorit mancher Maler und dergl., einer solchen mehr physischen als psychischen Ursache zuschreiben will. Dagegen mufs diese Unvollkommenheit schon einen sehr hohen Grad

erreicht haben, wenn sie sich zu solchen Beobachtungen, wie die hier mitgetheilten, eignen soll.

Nachschrift. Ich habe, seitdem Vorstehendes geschrieben ist, noch einen Fall zu untersuchen Gelegenheit gehabt, welcher in sofern Interesse hat, als er eines der wenigen Beispiele von dem Vorkommen einer ähnlichen Unvollkommenheit des Sehorgans beim weiblichen Geschlechte darbietet. Ich finde nur einen Fall dieser Art in den *Phil. Trans. LXVIII*, und einen zweiten, jedoch zweifelhaften, in den *Medico-chirurg. Trans. of London, IX,* erwähnt. Selbst in den Fällen, wo mehrere Glieder einer Familie an diesem Gesichtsfehler leiden, pflegen die weiblichen Verwandten davon frei zu seyn. Man kann hierin eine Bestätigung der Ansicht Gall's finden, daſs das weibliche Geschlecht einen vollkommneren Farbensinn habe, als das männliche. Zwar dienen die weiblichen Handarbeiten sehr zur Uebung des Farbensinns; allein diese Uebung würde selbst einen mäſsigen Mangel dieses Sinnes nur unvollständig ersetzen, und da, wo zwei verschiedene Farben ganz gleich erscheinen, ohne Erfolg bleiben; gerade diese Handarbeiten müſsten, wenn jener Mangel bei Frauenzimmern öfter vorkäme, Gelegenheit zur Entdeckung desselben geben, während derselbe bei Männern gewöhnlich viel leichter unbemerkt bleiben kann.

Die Dame, welche mir von ihrem Farbensinne nähere Kenntniſs zu nehmen gestattet hat, ist z. B. bei Einkäufen genöthigt, sich in Betreff der Farben fremder Hülfe zu bedienen, obgleich bei ihr dieser Sinn weniger unvollkommen ist, als in allen den unter I bis XIII beschriebenen Fällen. Aus einigen Versuchen mit meinen farbigen Papieren ergab sich Folgendes:

Reine und lebhafte Farben werden von ihr immer richtig erkannt und selbst nach ihren Abstufungen un-

terschieden. Nur blasse oder unreine Farben werden verwechselt, und zwar: blasses Orange mit Schwefelgelb, auch wohl lebhaftes Orange mit Braungelb; ferner mattes Bläulichgrün und blasses Grünlichblau mit Grau; blasses Rosenroth mit sehr hellem Grau; Bräunlichgrün mit Braun; Lila mit Himmelblau und Blaugrau. Sie unterscheidet lebhaftes Roth und Grün immer leicht von einander, und erklärt diese beiden Farben für ganz ungleich; aber die Unterscheidung von Rosa und Apfelgrün fordert schon einige Aufmerksamkeit. Auf den von E. und H. gelegten Farbentafeln erkannte sie die meisten, wenigstens die stärksten Unrichtigkeiten ziemlich gut. Verwechselungen, wie die, welche E. und H. an grünen und rothen Gläsern begangen hatten, erschienen ihr unbegreiflich, aber die Vergleichung eines grünen Glases mit verdünnter Tusche (vergl. IV) erschien ihr nicht unpassend. — Die von ihr begangenen Verwechselungen kommen mit den schwächsten unserer ersten Klasse überein, weniger mit denen der zweiten.

In einem ähnlichen Falle befindet sich der Vater dieser Dame, der im Allgemeinen die Farben ziemlich gut unterscheidet, und auf der von E. gelegten Farbentafel die gröberen Verstöſse erkannte, jedoch einigen Angaben, welche schwächere Verwechselungen betreffen, beistimmte.

Diese beiden Fälle, so wie noch ein anderer, den ich kürzlich untersucht habe, und der eine Farbenverwechselung in ähnlicher Weise, aber in noch schwächerem Grade zeigt, stehen zwischen dem unter XIV und den unter VI bis VIII beschriebenen, und füllen auf diese Weise eine Lücke aus, die hauptsächlich noch zu ergänzen war, um in meinen Beobachtungen eine vollständige Stufenfolge vom gewöhnlichen Farbensinne bis zu dem im höchsten Grade mangelhaften zu finden.

II. *Neuer Interferenzversuch.*

In eine Karte mache man ein kreisrundes Loch, so grofs als die Pupille des Auges. Die eine Hälfte dieses Loches bedecke man mit einem äufserst dünnen Glasblättchen (ein Glimmerblättchen würde wahrscheinlich noch besser seyn). Betrachtet man nun durch diese Oeffnung ein Spectrum, welches mittelst eines Prismas von mäfsiger Dispersion gebildet worden ist, so erscheint dasselbe auf seiner ganzen Länge bedeckt mit parallelen dunkeln Strichen, ähnlich denen, die durch Absorption im Jodgas erzeugt werden.

Die Ursache dieser Erscheinung ist wahrscheinlich die, dafs diejenige Hälfte des Lichts, welche durch das dünne Glasblättchen gegangen, um eine gewisse Quantität, die A heifsen mag, in seinen Undulationen verzögert worden ist. Es sey nun L die Wellenlänge irgend eines Farbenstrahls, und zwar sey diese Gröfse viel kleiner als A. Betrachten wir nun die Farben nach der Reihe, so wächst L allmälig vom violetten zum rothen Ende. Der Quotient $\frac{A}{L}$ wird also abwechselnd eine ganze Zahl, ein Bruch, wiederum eine ganze Zahl, und so fort. Ist er eine ganze Zahl, so stimmen die beiden Lichthälften in ihrer Undulationsphase überein. Liegt er aber in der Mitte zwischen zwei ganzen Zahlen, so befinden sich die beiden Lichthälften in entgegengesetzten Phasen, und daher mufs die entsprechende Farbe im Spectrum gänzlich fehlen, und an ihrer Stelle eine dunkle Zone erscheinen. (Talbot, im *Phil. Magaz. Ser. III Vol. X p.* 364.)

III. *Ueber die Richtungslinien des Sehens; von Joh. Mile,*

Professor an der ehemaligen Universität zu Warschau.

(Schluſs.)

Bisher haben wir die Irismembran gar nicht berücksichtigt, die den gröſsten Theil des Augeneingangs versperrt, und nur in der Mitte für die Strahlen eine Oeffnung von etwa einer Linie im Durchmesser übrig läſst [1]). Nur um in den Zeichnungen die Veränderungen im Gange der Strahlen augenfällig zu machen, läſst man gewöhnlich weit von der Augenaxe, ganz nahe der Peripherie der Cornea, die Strahlen in's Auge treten; aber in der Wirklichkeit kommen solche Strahlen nicht bis an die Retina, sondern werden von der Iris zurückgeworfen. Um den Einfluſs des Sehloches zu zeigen, wollen wir den Gang eines Lichtbüschels in der Augenaxe, und eines zweiten, schief unter etwa 30 Graden eintretenden, wobei wir ja hinter einander gestellte Lichter noch ziemlich deutlich erkennen, und selbst scheinbares Decken derselben wahrnehmen können, in Fig. 24 Taf. II näher betrachten. Wir sehen hier zuerst, daſs die Iris mit ihrem Loche vor der Linse in einem, keine halbe Linie betragenden Abstande sich ausbreitet, wodurch also nur ihr mittelster Theil dem Durchgange der mittleren Strahlen Preis gegeben wird. In diesem Theile sind aber ihre Flächen noch wenig gegen ihre Axe gebeugt, und sie kann also auch schon deshalb die durch die groſse Refraction der Cornea hervorgebrachte Convergenz der Strahlen nicht viel vermehren.

1) Gewöhnlich erscheinen die Schlöcher gröſser, weil sie durch den Meniskus der Cornea und der wäſsrigen Feuchtigkeit vergröſsert werden.

Dann sehen wir, dafs nur im Augenaxen-Lichtbüschel *an* die Richtungslinie die Mitte einnimmt, dafs aber je weiter der Büschel von der Augenaxe abweicht, auch seine Richtungslinie aus seiner Mitte weiter fortrückt, so dafs *xs* schon an die Peripherie des Büschels, und *zc* selbst aufserhalb desselben zu liegen kommt. Die Richtungslinien können also nach den Mittelpunkt der Corneakrümmung durch das Sehloch nur noch dann gelangen, wenn sie von der Augenaxe nicht weiter als ungefähr 10 Grade wie *xs* entfernt sind. Die weiter fallenden werden von der Iris angehalten. Da wir aber Objecte ziemlich deutlich sehen, die selbst 30 Grade entfernt sind, wie oben *z*, und da wir überdiefs sehen können, dafs sich bei so weit abgewendetem Auge zwei Lichtflammen noch decken, wenn sie es in der Augenaxenlage noch thaten, so ergeben sich daraus zwei Schlüsse, nämlich: 1 dafs der Eingang des auf die Richtungslinie *zc* fallenden Strahls oder des Richtungsstrahls in's Auge zum Sehen des Objectes *z* gar nicht nöthig ist, und 2) dafs ein Theil der übrigen dieser Richtungslinie *zc* angehörenden, nämlich aus dem gemeinschaftlichen Lichtpunkt *z* (den man sich in der Figur entfernt denken mufs) ausströmenden, und denselben Kegel bildenden Strahlen *b*, auf dieselbe Stelle *c* der Retina fällt, als wenn er mit der Richtungslinie *zc* gerade durch die Peripherie der Cornea und Iris hindurchfiel. Es müssen also auf der Retinastelle *c* nur Bilder von Objecten zusammenfallen, die auf der Richtungslinie *zc* liegen, und nicht etwa diejenigen, die sich auf dem Wege *bc* befinden. Freilich würde auch ein auf diesem Wege bis an's Sehloch vorgerücktes Object das Bild *c* decken, aber nur durch Beschattung.

Alles dieses kann nicht anders seyn, wenn, wie wir oben nachgewiesen haben, das Sehen der Objecte an einem fixen Orte nicht von der alleinigen Einwirkung des Richtungsstrahls abhängt, sondern von allen Kegel-

strahlen, die mit der Richtungslinie von einem gemeinschaftlichen Punkt ausgehen, und sich auf ihr im Auge vereinigen. In solchem Falle ist es also für den Ort der Bilder einerlei, ob man diesen oder jenen Theil der Strahlen desselben Kegels zur Retina zuläfst. Dasselbe sehen wir ja am Teleskop. Das Objectiv vereinigt die Lichtstrahlen in so viel Kegel als es Lichtpunkte giebt. Bedeckt man es mit einem Pappdeckel, in welchen ein Loch gemacht worden ist, und führt diefs Loch von einem Punkte der Peripherie des Objectivs zum entgegengesetzten durch die Mitte, so wird das durchsehende Auge diefs gar nicht gewahr, weil dadurch keine Veränderung in der Stellung der Bilder auf der Netzhaut eintritt. Auch findet man, dafs die einmal sich deckenden Objecte fortwährend in Deckung bleiben; was beweist, dafs ihre Vereinigungs- oder Richtungslinien nicht auf das Loch im Pappdeckel, welches bald hie, bald dorthin geschoben wird, sondern immer nur auf die Mitte des Oculars fällt. Auch hier mufs augenscheinlich ein Zudecken des Pappenloches alle Bilder auf der Retina verschatten, wie es auch der Fall mit dem Augensehloche ist, welches sich in allen Stücken eben so verhält. Es kann sich diefs auch in Rücksicht der Richtungslinie *zc*, in welcher das Decken der Objecte stattfindet, auf der Seite befinden, und doch werden die den sich deckenden Gegenständen entsprechenden Bilder auf denselben Punkt *c* fallen, und das Schiefe des Weges *zbc* kann nicht gefühlt werden, weil überhaupt der Weg der Strahlen nicht gefühlt werden kann, wie diefs ja schon bewiesen wurde.

Vielleicht möchte man mir hier den Vorwurf machen, dafs ich bei der Cornea die Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt nicht berücksichtigt habe, dafs sie wegen dieser Abweichung die Strahlen nicht in einem einzigen Punkte vereinige, sondern in viele hinter einander fallende Focusse werfe. Sie ist aber gegen

ihre Peripherie abgeflacht, und soll, nach einigen Ausmessungen, eine elliptische, nach anderen eine parabolische Krümmung haben. Doch scheint mir, dafs diese Abflachung nur die Folge der Befestigung der Cornea im Scleroticaloche ist. Sie scheint mir keine Abhülfe der unregelmäfsigen Strahlenbrechung zu seyn, weil an dieser Stelle eben, wo die Cornea abgestumpft ist, ihre Wirkung für's Auge unnütz wird, indem die Iris hier die Strahlen aus dem Auge nach aufsen zurückwirft. In dem mittleren kleinen Theil der Cornea aber, wo die Iris offen ist, diese Wirkung also nicht hindern würde, ist sie überflüssig, weil in diesem kleinen Theil alle Krümmungen mit der Kugelkrümmung fast zusammenfallen. Die Corneakrümmung kann also, obgleich kugelig, keinen sichtbar schädlichen Einflufs auf die Strahlen der der Augenaxe nahen Büschel haben, weil diese von Kegeln, deren Scheitel nicht einmal einen halben Grad aus der deutlichen Sehweite haben, entstehen, und weil diese Büschel ihre Richtungsstrahlen in sich einschliefsen, also weniger von der Corneanormale abweichen. Da aber die Strahlen der seitlichen Büschel wie *bc* (Fig. 24 Taf. II) entfernter von ihren Richtungslinien, die sie in sich gar nicht einschliefsen, sich befinden, auch näher der Peripherie in die Cornea eintreten, und nachdem sie durch das Sehloch gegangen sind, auch mehr durch den peripherischen Theil der Linse gehen müssen, so kann hier schon der Fall stattfinden, dafs die Strahlen des Lichtpunktes ihre Richtungslinien nicht mehr in einem einzigen, sondern in vielen Punkten schneiden werden. Diefs mag auch vorzüglich das Undeutliche des seitlichen Gesichtsfeldes hervorbringen, welches, wie wir schon bemerkten, als Sammelplatz aller Unvollkommenheiten der Bilderbildung, dem Gefühle als unvollkommenes Sehen im Allgemeinen erscheinen mufs. Dazu mufs aber vorzüglich noch dieser Umstand beitragen, dafs, da die Richtungslinien ihren

Kreuzungspunkt fast zwei Linien vor dem Mittelpunkt des Auges haben, die Retina im seitlichen Gesichtsfelde diesem Kreuzungspunkte näher ist, als in dem mittleren Theile des Augengrundes, wodurch es geschehen mufs, dafs die diesen mittleren Theil mit ihren Scheiteln treffenden Lichtkegel hier zu lang werden und undeutliche Bilder geben.

Eine solche Unvollkommenheit war aber nöthig im seitlichen Gesichtsfelde, denn dadurch geschieht es nur, dafs das mittlere, rein deutliche Gesichtsfeld, concentrisch, mit stufenweise immer undeutlicheren und dunkleren Zonen umgeben erscheint, ehe es sich ganz in das Unsichtbare verliert, wodurch, während der Augenbewegungen, die in's reine Gesichtsfeld kommenden Bilder, vorzüglich die hellen, nicht so einen grellen Sprung machen, wie diefs der Fall seyn müfste, wenn das Gesichtsfeld bis an seine Gränze deutlich und mit einem schwarzen Rahmen umfafst wäre. So aber treten nur stufenweise Licht und Farben auf, bis zuletzt auch die Gestalt in's mittlere Gesichtsfeld eintritt. Die Abweichung wegen der Kugelgestalt wäre also im Auge nicht aufgehoben, sondern nur im seitlichen Gesichtsfelde bemerkbar, weswegen das Auge also kein ganz vollkommenes optisches Instrument wäre. Aber, wie wir gesehen haben, ist diefs nicht als etwas schädliches, sondern vielmehr nützliches für lebende Wesen zu betrachten; eine physische Unvollkommenheit wird hier also zu einer physiologischen Vollkommenheit.

Die Gegenstände werden aber, je weiter sie von der Augenaxe im Gesichtsfelde entfernt sind, nicht nur undeutlicher, sondern auch dunkler gesehen, bis ein Aufhören des Sehens durch den Mangel der Lichtstrahlen entsteht. Die Ursache davon ist aber die Lage des Sehloches gegen den Lichtbüschel, weil es nämlich gegen die seitlichen Strahlen als ein sich verengernder elliptischer Ring zu betrachten ist, welcher immer mehr Strah-

len von ihnen abschneidet, bis es die zu sehr seitwärts entfernten, gegen die der Ring zur Linie wird, gar nicht hineinläfst.

Das sich Vergröfsern und Verkleinern des Sehloches, wie bekannt, sich nach der Menge des einfallenden Lichtes richtet, steht mit den Richtungslinien in keiner deren Lage verändern könnenden Verbindung. Es kann auf das Verschieben der Bilder auf der Retina eben so wenig Einflufs ausüben, als das Vergröfsern oder Verkleinern des Loches im Pappendeckel am Teleskope es thut. Nur auf den Grad der Helligkeit kann diefs influiren, indem dadurch die Lichtkegel erweitert oder verengert werden. Geschieht diefs an Kegeln von Lichtpunkten aus der deutlichen Sehweite, so bringt es im Gefühle keine andere Veränderung, als die der Lichtintensität hervor. Ist aber der Lichtpunkt zu nahe oder sehr entfernt, so dafs er Scheiben wirft, so mufs aufserdem eine Veränderung in der Gröfse dieser Scheiben eintreten und gefühlt werden, wie diefs der folgende Versuch zeigt. Wenn man aus einem dunkeln Ort eine entfernte Lichtflamme betrachtet und ein hinter sich gehaltenes Licht langsam an die Seite vor's Auge bringt, so verkleinert sich die Lichtscheibe des entfernten Lichtes augenscheinlich deswegen, weil durch die andere nahe Lichtflamme das Sehloch sich auch verkleinert, und also die Lichtkegel verengt. Aus demselben Grunde verkleinert sich der Mond, wenn man ihm aus dem früheren Dunkel geschwind zu Gesichte bekommt.

Dafs aber die Scheiben nicht gleichmäfsig lichte Ausbreitungen sind, sondern wie punktirt und gestreift aussehen, kann im ungleichen Brechungsvermögen der Augenmittel liegen. Facettirte Flächen müfsten solche Erscheinungen hervorbringen. Das Unebenheiten auf der Cornea es vermögen, zeigt folgender Versuch. Betrachtet man vom Weiten eine Menge Lichtpunkte, z. B. viele Lichter in einer Kirche oder im facettirten Spiegel, so sieht

sieht man eben so viele punktirte und gestreifte Scheiben, die ganz gleich in ihrer Ungleichheit aussehen, indem bald in der Mitte, oder an dieser oder jener Seite gröfsere dunkle Lücken an allen sich zeigen. Für jedes Auge fallen aber diese Gestalten anders aus. Schliefst man jetzt ein Auge und öffnet es von Neuem, so verändert sich die Gestalt an allen Scheiben, wie mit einem Schlage; sie sehen anders aus, wie früher, aber unter sich wieder ganz gleich. Dafür ist keine andere Ursache aufzufinden, als Luftbläschen, in der Thränenschicht auf der Cornea, die, durch Augenliederbewegung verändert, auch Veränderungen in die Lichtscheiben, durch kleine Refractions-Abweichungen, hineinbringen. Dafür spricht noch dieses, dafs die schwarzen gröfseren Lükken rund sind, und sich nach oben bewegen, was dem Abfliefsen der Thränen entspricht.

Wenn die Veränderungen der Iris keinen Einflufs auf das Verschieben der Richtungslinien selbst ausüben können, so könnten sie vielleicht doch auf das Vor- und Zurückrücken der auf sie fallenden Focusse der die Bilder gebenden Lichtkegel haben, wovon aber das Accomodationsvermögen des Auges zum gleichen Deutlichsehen entfernter und naher Gegenstände innerhalb einer gewissen Gränze abhängen könnte. Dieser Gegenstand, wovon ich an einem anderen Ort (*Journal de Physiologie par Magendie,* 1826, *p.* 166) abhandelte, bedürfte aber einer besonderen Bearbeitung. Die dort aufgestellte Erklärung durch Diffraction des Lichts befriedigt mich selbst heute nicht. Doch kann ich mir eine Erscheinung ohne diese Annahme nicht erklären, nämlich die: dafs kleine Kartenlöcher in jeder Entfernung deutliche Bilder geben, wie z. B. in dem Fall, wenn der Gegenstand, wegen der zu grofsen Nähe, eine undeutliche Scheibe auf die Retina wirft, und ein Theil desselben Kegels durch ein Kartenloch ein deutliches giebt. Ohne irgend einen convergirenden Einflufs, blofs durch

Abhalten der seitlichen, schief eintretenden Strahlen läfst sich diefs einmal nicht erklären, weil man auch deutlich sieht, wenn man das Kartenloch am Rand der Pupille hält. Selbst ein, eine Linie im Durchmesser haltendes Loch läfst uns eine zu nahe gebrachte, und deswegen undeutliche Schrift deutlicher erscheinen; das Sehloch im Auge ist aber gewöhnlich nicht viel gröfser [1]).

Wenn wir jetzt einen Rückblick auf das hier Vorgetragene werfen, so mufs es, wie mir scheint, einleuchten: dafs Richtungslinien des Sehens, wie sie hier aufgestellt und erklärt wurden, gar nicht das sind, was sich die früherén Verfasser als Richtungsstrahlen dachten. Unsere Richtungslinien können zwar auch mit Richtungsstrahlen zusammenfallen, aber diefs ist zum Erfolg, zum Sehen des Lichtpunktes, gar nicht nothwendig, denn es wurde gezeigt, dafs sie in solchem Falle nicht immer wirklich in's Auge gelangen, wie, nach den früheren Verfassern, doch eine nothwendige Bedingung zum Sehen des dem Richtungsstrahle entsprechenden Lichtpunktes seyn sollte. Richtungslinien sind, meiner Ueberzeugung nach, das nämliche wie die mittleren Strahlen in den gewöhnlichen Linsen; die die Eigenschaft mit ihnen theilen, dafs alle von den einerseits auf ihnen in verschiedenen Entfernungen liegenden Lichtpunkten gebildeten Focusse andererseits nur auf ihre Verlängerung in verschiedenen Entfernungen fallen. Deswegen geschieht das Auffangen des Lichtes des ganzen Kegels durch die Retina entweder als Punkt oder Scheibe, und erregt in ihr ein Gefühl, welches aber nur in sofern mit der Richtungslinie im Zusammenhange steht, als diese die Stelle der Retina, wo das Auffallen und Gefühlerregen geschieht, bestimmt, was wir aber nur als Stellgefühl, und nicht als Richtungsgefühl empfinden. Die eigenthümliche Richtung der Richtungsstrahlen wird also unmittelbar nicht gefühlt, sondern durch's Denken gefunden. Und wenn die Richtungsli-

1) Vergl. Degen's Beobachtung Ann. Bd. XXXV S. 470. P.

nien uns zum Visiren dienen, und wir sie wirklich durch die Mitte der sich deckenden Objecte im Gefühle zu ziehen scheinen, so geschieht diefs nur dadurch, weil wir fühlen, dafs sich dann die von den auf sie fallenden Objecten entstandenen Bilder auf der Netzhaut decken, und nicht etwa durch's Gefühl der Geradheit der das Bild und den Gegenstand verbindenden Linie, weil der krumme und gerade Weg des Lichts im Gefühle nicht unterschieden wird, aus dem Grunde, weil der Lichtweg eben so wie der Lichtgang überhaupt nicht gefühlt wird.

Die Richtungslinien fallen aber, wie es erwiesen wurde, perpendiculär auf die Cornea, gehen ungebrochen gerade fort bis an die Linse, und mit Ausnahme derjenigen, die auf die Augenaxe fällt, und die gerade bis an die Retina fortgeht, werden die anderen in den Linsenflächen gebrochen, aber unbedeutend, und fallen fast auf dieselbe Stelle, als wenn sie ungebrochen fortgegangen wären. Rücksichtlich der Lage der Richtungslinien im Strahlenkegel stimme ich auch nicht mit anderen Verfassern überein. Diese übertragen nämlich auf ihre Richtungsstrahlen die Eigenschaften des Augenaxenstrahls. Wie im Augenaxenkegel eben, so sollen die Richtungsstrahlen auch in einem jedweden der andern seitlichen Kegel die besondere Axe abgeben, also auf die Mitte der gemeinschaftlichen Base solcher Kegel fallen, die einige wiederum auf der Cornea, andere im Sehloche, und wiederum andere auf der Linse annehmen. Wie hier aber gezeigt wurde, trifft die Richtungslinie nur im Augenaxenkegel mit dieser Axe und mit der Mitte ihres Lichtkegels zusammen, je mehr sich aber die Lichtkegel von der Augenaxe entfernen, um so mehr rücken ihre Richtungslinien immer mehr aus der Mitte nach der der Augenaxe entgegengesetzten Seite, und treten zuletzt aus dem Lichtbüschel heraus. Nach anderen Verfassern sollen Richtungsstrahlen diejenigen seyn, die senkrecht

auf die Netzhaut fallen. Unsere Richtungslinien, da sie vor dem Mittelpunkte des Auges sich kreuzen, können nicht senkrecht auf die Netzhaut fallen, doch weichen sie auf dem kleinen Theil, wo die Bilder am reinsten entstehen, und der dem deutlichen Gesichtsfelde entspricht, nicht sehr davon ab. In Rücksicht der Stelle des Kreuzungspunktes der Richtungslinien weichen die Ansichten meiner Vorgänger auch sehr von der meinigen ab; denn ich habe gezeigt, dafs diese nicht da liegt, wo die Augenaxe die Cornea schneidet, wie Einige, nicht in der Mitte der Iris, oder in der Mitte der Linse, wie Andere behaupten, sondern hinter der Linse im Mittelpunkte der Corneakrümmung selbst.

Vom Augengrunde abgeprallte und zurück in die Aufsenwelt geworfene Richtungsstrahlen, als wirkliche Lichtstrahlen, wie es Manche annahmen, kenne ich gar nicht, und wie Sehstrahlen als Gefühlsstrahlen, die da, wo sie enden, an der Retina nämlich, ihren Anfang nehmen sollten, eine Art von Geleise bildend, auf welchen das Gefühl dem Gefühltseynsollenden entgegenkomme, begreife ich auch nicht.

Die Ansichten meiner Vorgänger hinsichts der Richtungsstrahlen sind, wie aus dieser Vergleichung und den darüber vorhandenen Werken ersichtlich ist, sehr zahlreich und abweichend, oft sogar widersprechend, und gröfstentheils auf keine Versuche gestützt, blofse Meinungen. Es wäre also Zeit, wie mich dünkt, etwas Bestimmtes darüber auszumitteln. Meine Ansicht weicht von der der früheren Verfasser fast in allen Stücken ab. Da ich sie aber auf leicht zu wiederholende Versuche gestützt habe, da ich die Refractionsgesetze, so wie die relative Lage und die Krümmungen der lichtbrechenden Augenmedia, und auch die Analogie mit den gewöhnlichen Linsengläsern so genau, als es mir möglich war, berücksichtigt habe, so scheint mir, dafs sie von den Naturforschern werde als richtig anerkannt *werden.*

Ich kann das eben Abgehandelte nicht schliefsen, ohne noch einen Blick auf das sensible Verhältnifs des bis jetzt rein physisch beleuchteten Gegenstandes zu werfen. Physische Experimente können nur Aufschlufs geben über die Richtung des Strahlenganges. Es wäre aber noch nöthig zu zeigen, wie die nicht gefühlten Richtungslinien doch gleichsam die Wegweiser für den Zugang der im Raume zerstreuten Gegenstände zur Empfindung werden. Es mag mir also vergönnt seyn, hier noch einen flüchtigen Blick auf diesen Vorgang zu werfen.

Wie wir schon gezeigt haben, kann die Netzhaut nicht den Weg, nicht den Gang, mit einem Worte nicht das Woherkommen der Strahlen, sondern nur ihr Eintreffen an irgend einer Stelle fühlen. Das Element dieses Actes ist das Gefühl eines lichten Punktes, als Farbe, welche wahrscheinlich (im Sinne des heutzutage fest begründeten Undulationssystems) in Folge einer Erschütterung, die mit einer, dieser oder jener Farbe entsprechenden Geschwindigkeit stattfindet, entsteht. Solche Erschütterung kann eben so wie die Schallbewegung der Luft (von welcher wir auch nur wissen, aber nicht fühlen, dafs sie eine Bewegung sey) nicht als quantitative, sondern als qualitative Veränderung, dort als Ton, hier als Farbe gefühlt werden. Aus der Annahme einer Erschütterung läfst sich auch leichter das eine Weile noch fortdauernde Lichtgefühl nach dem Wegbringen des Lichtpunktes, wie wir diefs an jenem lichten Streif eines geschwind herumgedrehten Lichtpunktes sehen, erklären; denn diefs kann nur eine fortdauernde Bewegung des einmal erschütterten Nervengebildes selbst, oder eigentlich des Nervenagens in diesem Gebilde seyn. Eben so wie es Nachklänge giebt, könnten auch die noch fortdauernden Lichteindrücke Nachbilder seyn. Die das Gefühl des Lichtbildes veranlassende Ursache mufs, da es auch bei verschlossenen Augen gefühlt werden kann, nicht ausschliefslich einem Etwas von aufsen kom-

menden, sondern einem Etwas allenthalben, auch im Auge vorhandenen, zugeschrieben werden, z. B. dem Weltäther. Nach dem Undulationssysteme bestände nämlich das Sehen nur in einer oscillirenden Bewegung. Die primäre Ursache ist hier immer ein aufserhalb des Auges wirklich vorhandener, aber hier auch verbleibender Körper, dessen oscillirende Bewegung nur sich weiter durch den Aether fortpflanzt, und dessen Bewegungen nur, und nicht seine Existenz, von der Retina eben so gefühlt werden, als das Ohr die Bewegung der Luft, und nicht sie selbst, also gar nichts, wenn sie stille steht, fühlt. Solche Bewegungen des Aethers, für welchen die übrige Materie, also auch das verschlossene Auge, offen bleibt, könnten sich durch viele Einflüsse spontan wiederholen, und dem Gefühle eben so, als die von äufseren Gegenständen kommenden erscheinen, also auch deren Bilder nachahmen. Druck, Elektricität, Phantasie u. dergl. könnten also, so wie die Aetherbewegungen, Bilder hervorbringen, und man braucht nicht, um sie zu erklären, zur localen Lichtentwicklung oder Phosphorescenz, die durch nichts bewiesen ist, seine Zuflucht zu nehmen.

Gewöhnlich liegt aber der Bildempfindung der Retina eine von aufsen angefachte Aetherbewegung zum Grunde, und solches, aufserhalb des Auges vorhandenes Ursächliche nannten wir Lichtpunkte. Die Wellengänge oder Strahlenwege dachten wir uns als Lichtlinien, die als blofse Bewegungen sich durchdringen und wirklich zusammenfallen können. In der Wirklichkeit sind aber sowohl der Lichtpunkt, als auch der Gefühlspunkt, keine mathematischen Punkte, und die Strahlen keine einfachen Linien. Ein kaum sichtbarer Gegenstand, z. B. ein ganz kleines, aber doch noch sichtbares Thierchen erscheint unserem Gefühle als ein einziger Eindruck, als ein einzelner Punkt, weil, wenn es noch etwas kleiner ist, es gar nicht gesehen wird. Unter dem Mikroskope

erkennen wir es, aber aus sehr vielen verschiedenfarbigen Theilen bestehend, die schon eine unendlich grofse Zahl Lichtstrahlen neben einander aussenden, welche also nicht in einem mathematischen Punkte auf die Retina, sondern in vielen Punkten neben einander in ein Bild sich vereinigen müssen, und doch bekommen wir dadurch nur einen gemischten Gesammteindruck, als einen einzigen Punkt von irgend einer Farbe. Die Retina hat also mit der Haut das gemein, dafs sie, wie diefs Weber entdeckte, zwei oder mehrere, in entfernten Punkten stattfindende Eindrücke nur als einen einzigen Eindruckspunkt fühlt, und wenn auf dem menschlichen Rücken zwei, 24 Linien entfernte Eindrücke noch als einfach, auf den Finger- und Zungenspitzen aber, nur eine Linie entfernte, schon doppelt gefühlt werden, so empfindet die Retina als besondere Punkte schon solche, die einander noch weit näher stehen, in deren Zwischenraum jedoch noch eine unendlich grofse Zahl Lichtstrahlen Platz hat. Einen nur ungefähr $\frac{1}{60}$ Par. Linie grofsen Körper, etwa einen feinen Spinngewebefaden, sieht man noch deutlich in der Entfernung von 10 Zoll, also unter einem Gesichtswinkel von einer halben Minute. Diesem entspricht ein eben so grofser, umgekehrter innerer Winkel, zwischen dessen Armen das Retinabild liegt. Da aber dieses nur 7 Linien vom inneren Scheitel entfernt ist, und 7 Linien 17 Mal in 10 Zollen enthalten sind, so wird der Durchschnitt der Retinastelle, worauf vereinigte Strahlen nur als ein Punkt gefühlt werden, 17 Mal kleiner als das Spinngewebe, also nur etwa $\frac{1}{1020}$ einer Linie oder $\frac{1}{12240}$ eines Zolles, ausfallen. Smith hat diefs gröfser gefunden, und auf $\frac{1}{8000}$ eines Zolles bestimmt; diefs würde eintreffen, wenn wir statt 10 Zoll eine deutliche Sehweite von 7 Zoll ungef[illegible] setzen, in welcher Kurzsichtige auch deutlich se[illegible]

Weber fand die Kügelchen der Netzh[illegible] $\frac{1}{8000}$ eines Zolles, und Müller (Handbuch der[illegible]

logie, Bd. I S. 685) sagt: »*für die Mechanik der Empfindungen ist es interessant, dafs die Gröfse der Kügelchen in der Markhaut mit der Gröfse eines kleinsten empfindlichen Punktes auf derselben übereinstimmt.*« Die etwanige Annahme, als wenn die Markkügelchen noch besonders Licht concentrirten oder blofs als Gefühlscentra wirkten, scheint mir aber mit der Erfahrung nicht übereinzustimmen; denn in solchem Falle würde das auf der Retina sich bewegende Bild, während der gleichmäfsigen Bewegung eines Lichtpunktes, bald auf ein Markkügelchen, bald dazwischen kommen, und also dem Gefühle abwechselnd stärker, schwächer, und, wenn ja die Kügelchen noch Licht brechen sollten, auch sonstig verändert erscheinen. Das Gefühl würde hier, wenn ich mich so ausdrücken darf, wie auf einem holprigen Wege gehen; indessen fühlen wir, dafs die Bildempfindung in gleich fortschreitender Bewegung verharrt, wenn draufsen der entsprechende Lichtpunkt gleichfalls es thut. Dasselbe findet ja beim Hautgefühle statt. Eine zwei Zoll grofse Scheibe wird auf dem Rücken als ein Punkt gefühlt, aber daraus folgt noch nicht, dafs nur unter dem Mittelpunkt derselben das fühlende Gebilde auch als ein Punkt liege; denn wäre diefs der Fall, so würden wir während des Verschiebens der Scheibe nicht einen gleichmäfsig drückenden Punkt fortschreitend fühlen können, sondern einen überspringenden, was doch nicht der Fall ist. Die Retina mag also ein gleichmäfsiges, schichtenförmiges Gewebe mit eingesprengten Kügelchen seyn, die aber, nach Ehrenberg, als keine wesentlichen Bestandtheile der Retina zu betrachten wären, und zwischen welchen Nervenfäden oder Ehrenberg's varicöse Nervengefäfse versponnen wären, deren sehr viele und von unendlich mehr Lichtwellen erschüttert werden müssen, wenn ein Gefühl des Eindrucks stattfinden soll. Denn da kleinere Gegenstände als ein Spinngewebefaden, etwa ein Infusionsthierchen, gar nicht ge-

sehen werden können, und doch sehr viele complicirte vielfarbige Körper sind, die noch unendlich viele Strahlen auswerfen, die an die Retina gelangen müssen, und doch kein Gefühl erregen, so folgt daraus: dafs, um eine Retina so zu erschüttern, dafs das Gefühl dadurch geweckt werde, es schon einer gewissen grofsen Zahl von Lichtstrahlen als Minimum bedarf.

Die kleinen, als punktartig und einfarbig sichtbaren Gegenstände werfen dem Auge also schon wirkliche Bilder gebende Strahlenbüschel zu, und wenn sie als Lichtpunkte erscheinen, so geschieht diefs nur deswegen, weil die Netzhaut an ihrem Bilde keine Ausdehnung fühlt. Aber das gilt nur für Lichtpunkte in der deutlichen Sehweite. Aus einer näheren oder entfernteren Weite, aber besonders bei den Kurzsichtigen, fühlt die Retina die Bilder der Lichtpunkte, wie z. B. der Sterne, nicht mehr als Punkte, sondern als mehr oder weniger grofse minder helle Scheiben, weil sich hier, wie schon an der Fig. 3 Taf. II gezeigt wurde, dieselbe Menge Lichts auf einen gröfseren Theil ihrer Fläche ausbreitet. Man kann also solche ganze Lichtbüschel, die einfache Gesichtspunkte abgeben, als eine aus vielen zusammengesetzte, mit ihrer Mitte auf eine Richtungslinie fallende Welle sich denken; und das Sehen vieler Lichtpunkte in einer einzigen Richtungslinie kann nur davon herkommen, dafs wieder solche Wellen von allen diesen Lichtpunkten zusammen auf eine Richtungslinie fallen, also immer nur eine einzige Stelle der Retina erschüttern, und nur ein einziges Gefühl erwecken. Viele Lichtpunkte nur an einem Orte sehen, ist also nichts anderes, als dem Eindrucke aller nur eine Retinastelle entgegenhalten, nichts anderes, als dem Auge solche Stellung geben, dafs ihre besonderen Eindrücke zusammen in einen einzigen, in ein einziges Gefühl verschmelzen. Wenn man visirt oder mit dem Gewehre zielt, fühlt die Retina anfangs drei Eindrücke an drei besonderen Stellen, nämlich die Bil-

der der beiden auf dem Gewehrlauf sich befindenden Visirpunkte und das Bild des zu treffenden Zieles. Jetzt bewegt man den Gewehrlauf so lange, bis die Bilder dieser Visirpunkte in eine einzige Bildempfindung zusammenfallen, und dann bewegt man noch den Kopf nach dem schon fixirten Rohre, bis auch das dritte Bild des Zieles mit den andern im Gefühle zusammenfliefst. Dann kann das Geschofs diefs Ziel nicht verfehlen, weil es auf der Parallele mit der Richtungslinie und nicht weit davon fast denselben geraden Weg macht, wie das Licht selbst.

Lassen wir aus mehreren Gegenständen, aber in verschiedenen Richtungslinien, Licht auf die Retina fallen, so bekommen wir eben so viele Eindrücke, aber aufser dem Gefühle dieser Eindrücke tritt hier noch ein zweites besonderes Gefühl hinzu, nämlich das Gefühl der Distanz der Eindrücke oder Bilder von einander, welche der Winkelgröfse der zugehörigen Richtungslinien entspricht. Wie nämlich eine auf die Handfläche gedrückte Körperfläche, neben dem auf vielen Punkten geweckten Gefühle ihrer Existenz, uns auch noch ihre Distanz fühlen läfst, die wir auch bei verschlossenen Augen ungefähr schätzen können, eben auf dieselbe Art, nur vollkommen thut diefs die Retina. In dieser Rücksicht ist das Auge nicht nur ein Licht, ein Farbensinn, sondern auch ein Tastsinn.

Das Sehen der Linien ist nur ein Fühlen sehr vieler farbiger Punkte neben einander in einer oder vielen Reihen, die in entsprechende Richtungslinien fallen, aber wegen ihrer Nähe schon in einanderfliefsen. Das Gefühl der Distanz des Anfangs und des Endes der Reihe wird hier zum Gefühle der Länge, eben so, wie wir mit der Hand die Reihe der Punkte, wo der Druck eines aufgedrückten Lineals anfängt und aufhört, auch als Länge fühlen. Distanz- und Längen-Gefühl beruht also auf demselben Raumgefühle, beim ersten werden nur die

Endpunkte gefühlt, beim zweiten empfinden wir auch die Ausfüllung zwischen diesen beiden Endpunkten. Ein Druck mit einem 2 Zoll weit geöffneten stumpfen Zirkel auf die Hand, und auf die andere Hand mit einem ebenfalls 2 Zoll langen Stäbchen, lassen so das Gefühl derselben Raumtheilchen-Entfernung empfinden. Eben so ist es mit dem Netzhautgefühle. Wenn wir Punkte, welche 2 Zoll von einander entfernt sind, und nebenbei einen eben so langen Strich sehen, so bekommen wir das Gefühl desselben Maafses, hier als Länge, dort als Abstandsmaafs. Ob viele Linien zusammenkommen, sich kreuzen, gerade oder krumm sind, alles diefs wird von der Handfläche, und noch deutlicher von der Retina gefühlt. Das Sehen der Körperflächen entsteht nur aus der Wiederholung der Punkt- und Linien-Gefühle; es ist ein Fühlen sehr vieler farbiger Punkte neben einander nach allen Flächendimensionen hin, in allen ihnen zugehörigen Richtungslinien. Das Gefühl der Entfernung der Enden vieler neben einander vorhandenen Lichtpunktreihen wird hier zum Gefühle der Ausbreitung einer Fläche, und eine, nach allen Seiten gleiche oder nichtgleiche Ausbreitung zum Gefühle der Gestalt. An der Handfläche bekommen wir das Gefühl der Gröfse und Gestalt der aufgedrückten Fläche durch die Empfindung der Distanz der Ränder, und ihrer krummen Eindruckslinien als Begränzung. Dabei kann das Innere vom Auge leer bleiben, wie wir das schon daraus ersehen, dafs das Aufdrücken des Endes eines offenen Rohrs und eines, mit einem Deckel verschlossenen auf die Hand, immer das Gefühl derselben runden Figur und derselben Gröfse giebt. Eben so verhält sich das im Auge. Auch hier giebt ein Ring und eine Scheibe derselben Gröfse dasselbe Gestalt- und Gröfsen-Gefühl.

Der ganze Vorgang des Sehens stützt sich also auf zwei Grundgefühle. Dem Gefühle des Lichteindrucks als farbige Punkte, und dem Gefühle ihrer Distanz von einan-

der. Besondere Farbenpunkte und eine relative Entfernung von einander sind aber auch die Bedingung des Zustandekommens eines jedweden Bildes; es darf uns daher nicht verwundern, daſs auf der Retina, wo farbige Eindrücke in gewisse Distanzen fallen, ein Bild entsteht. Das Retinabild, als Farbenbild, aber ist beim Sehen nur eine Nebensache. Es ist so unwesentlich als dasjenige, welches auf der Handfläche ein frisch bemalter Körper gleichzeitig mit dem Eindrucke hervorbringen würde. Das Handgefühl würde nichts davon wissen können, und nur das Auge könnte es auf der Hand sehen. Im Auge ist aber kein zweites Auge, um das Retinabild bei Lebenden zu sehen, wie dieſs im todten Auge möglich ist. Sehen ist also kein Sehen des Retinabildes, sondern ein Distanzgefühl der verschiedenen Eindrücke, nicht als eines Farben-, sondern als eines Eindrucksbildes, welches ein stark angedrückter Körper auch auf der Handfläche im Gefühle hinterläſst.

Wenn aber allerlei Farbenlicht bloſs als Eindruck das Distanzgefühl wecken sollte, so müſste Verwechselung der Farbe auf das Abstandsgefühl keinen Einfluſs ausüben können. Denn hier würden ja die verschiedenen Farbenpunkte und Linien bloſs dem Gefühle als Marken, um die Abstandspunkte zu bezeichnen, dienen, wobei ihre Farbe nur Nebensache bleiben könnte. Dieſs ist wirklich der Fall, wie wir schon daraus sehen, daſs die aus den Gemälden copirten Zeichnungen und Kupferstiche uns, in Rücksicht des Räumlichen, dieselben Gefühle geben, weil wir ja eben das Bild von zwei Farben, als gleich mit einem Bilde, welches mit einer unendlichen Zahl verschiedener Farben bedeckt ist, erkennen. Ja hier thut dieſs eigentlich eine einzige Farbe, die weiſse, weil die schwarze nur eine Lichtnull ist. Ich trete hier nämlich der allgemeinen Meinung der Physiker gegen manchen Physiologen bei, und behaupte geradezu, daſs, wo kein Licht, auch kein Sehen ist. Das

Schwarze ist also (aber nur im physischen, und nicht im gewöhnlichen Malersinne) keine Farbe, und ist unsichtbar, nur die an's Schwarze angränzenden Lichtpunkte und Linien werden gesehen. In solchen Fällen fühlt das Auge nur die Lichtpunkte über die schwarzen leeren Zwischenräume hinweg, und ihren Abstand von einander, eben so wie die Hand den Abstand zweier Zirkelspitzen über den zwischen ihnen sich befindenden leeren Raum hinweg fühlt. Wenn also die schwarzen Zeichnungen, in welchen eine einzige Farbe mit dem farbenlosen Raume abwechselt, und die Gemälde, wo die verschiedenen Farben diefs, aber in denselben Distanzen thun, dasselbe Gefühl geben, so mufs doch wirklich das Auge kein blofser Farbensinn, und das Abstandsgefühl hier das Wesentliche seyn.

Dem Sehen als Distanzgefühle liegen aber, wenn auch mittelbar, die Richtungslinien zum Grunde, weil den auf ihnen stattfindenden Eindrücken, also auch ihren Winkeln, die Gröfse der Abstände auf der Retina entspricht. Sie sind das Maafsgebende und so zu sagen der Mefszirkel im Auge, wie es die Finger für die Hand sind. Doch kann sich das Augengefühl eben so wie das Handgefühl in der richtigen Schätzung dieser Maafse einigermafsen irren. Suchen wir z. B. auf einem kleinen Dreieck die Mitte der Entfernung zwischen der Base und dem Scheitel zu treffen, so finden wir beim Nachmessen mit dem Zirkel, dafs wir ihn unrichtig und immer näher der Base ansetzen. Das breitere Feld der Base zieht also mehr unser Gefühl nach seiner Seite, als das Entgegengesetzte. Obgleich also die Richtungslinien mit einer mathematischen Sicherheit in unserem Auge begründet sind und ein sicheres Winkelmaafs abgeben, so kann sich doch das Retinagefühl im Messen der Distanz irren; was nicht anders seyn kann, da es ja diese Richtungslinien, die nur fingirt sind, gar nicht fühlt.

Die Retina ist aber, so wie die Handfläche, ein die

eigene Länge und Breite selbst fühlendes Gebilde, und fühlt nur secundär das Maafs des Abstandes der von aufsen kommenden Eindrücke, indem es auf sie die Länge des zwischen den Eindruckspunkten eingeschlossenen Theils der eigenen Fläche überträgt. Wir halten ja auch das Auge eben so wie unsere Hand den äufseren Gegenständen vor, damit sie sich an die Retina vermittelst ihrer Richtungslinien anlegen und Eindrücke geben; die Länge des dazwischenliegenden Theiles ihrer selbst wird im Gefühle zum Abstandsmaafs dieser Eindrücke. Die Einheit dieses Maafses kann aber nur unser Körper selbst seyn, und da dieser der Gröfse nach unveränderlich, oder nur langsam veränderlich ist, so müssen auch seine Bruchtheile, nämlich die Handfläche- und Retinagröfse fast unveränderlich seyn, und sich so fühlen. Die Netzhaut, wie überhaupt die Haut, ist also ein sicherer und immer fast derselbe Maafsstab, weil sie immer nur eine Gröfse, nämlich nur ihre eigene Gröfse fühlen, und auch diese andere Gegenstände übertragen können.

Die Retina ist auch vom Kreuzungspunkte der Richtungslinien, welcher gleichsam einen neuen Ausgangspunkt derselben bildet, immer gleich entfernt; denn dieser stabile Kreuzungspunkt liegt immer 7 Linien vor der Retina. Daraus folgt aber, dafs gleich grofse Theile der Retinafläche, die sich als solche fühlen, auch wirklich constant, unter gleich grofsen Winkeln der Richtungslinien zutreffen. Diefs ist der nothwendige Zusammenhang des Sehens unter einem bestimmten Winkel der Richtungslinien, ohne dafs die Retina diese Richtungslinien und ihre Winkel fühlen kann.

Obgleich die Retina, so wie die übrige Haut ihre eigene absolute Gröfse fühlt, so ist es doch nur die Hand, die sich im Gefühle der absoluten Gröfse der äufseren Gegenstände nicht irrt, weil sie sie eben so grofs, wie sie selbst ist, zwischen den durch den Gegen-

stand berührten Stellen fühlt. Das ist aber, was den Tastsinn unserer Hände zum sichersten Sinn stempelt, und zum Corrector des Gesichtssinnes und der übrigen macht. Die Retina kommt aber nicht unmittelbar in Berührung mit den Gegenständen, sondern empfängt, nur in gewissen Distanzen neben einander, unmittelbare Eindrücke von den diesem Eindrucke entsprechenden Gegenständen, die aber auf Richtungslinien fallen, welche unter einem constanten Winkel nicht immer gleich entfernte und gleich grofse Gegenstände einschliefsen. Die Retina kann also mit ihrer absoluten Gröfse doch nur die relative der Gegenstände messen. Dieser Unterschied zwischen der Thätigkeit der Retina und der Handfläche hängt von dem Umstande ab, dafs die Retina nur mittelbar ihre Eindrücke, die Hand aber die ihrigen unmittelbar bekommt. Doch ist es keine nothwendige Folge davon, denn die Retina könnte dabei noch absolute Gröfse fühlen, wie wiederum umgekehrt, wie im Auge, unter solchen Umständen die Hand die absolute Gröfse der Gegenstände mit ihrem Gefühle nicht empfinden könnte. Die Natur des Zwischenleiters kann dabei nicht betheiligt seyn, denn wir haben schon nachgewiesen, dafs das Gefühlerregende in beiden Sinnen blofs Druck, Stofs oder Erschütterung ist, und solche Bewegungen können sich leicht durch verschiedene Zwischenleiter fortpflanzen. Also nicht diese Dinge, sondern die Divergenz der Richtungslinien ist die Ursache der Unmöglichkeit, die absolute Gröfse der Gegenstände zu fühlen.

Wenn die Retina flach wäre, und die Richtungslinien zu ihr normal, also unter sich parallel wären, so würde sie mit ihrer absoluten Gröfse auch absolute Gröfsen der äufsern Gegenstände fühlen müssen, aber auf einmal nur solche Gröfsen, die ihre eigene nicht überschreiten, eben wie die Hand nur so einen grofsen Theil von äufseren Gegenständen, wie sie selbst ist, auf einmal berühren und fühlen kann. In diesem Falle könnte



die Entfernung auf das Gröfsengefühl gar keinen Einflufs haben, und die entferntesten, so wie die nächsten Gegenstände würden gleich grofs gefühlt werden. Die Ausbildung eines solchen absoluten, also auch sicheren, andererseits aber nur für kleine Gegenstände möglichen Gröfsengefühles hat die Natur hintenangesetzt, um der Retina dafür eine andere, zwar in Rücksicht der Gröfse sich leicht irrende, aber dafür weit ausgebreitete, und die gröfsten Gegenstände auf einmal empfindende Fähigkeit zu geben. Diefs aber wurde dadurch möglich, dafs die Richtungslinien divergiren, und die Retina sich um ihren gemeinschaftlichen Kreuzungspunkt gleich entfernt, also krumm umlagert. Nur dadurch können aus dem ganzen Weltall Eindrücke nach dem Auge gelangen, aber freilich, weil es ihrer zu viele giebt, können sie auf der kleinen Retina nur eng sich einfinden, so dafs auch die gröfsten Gegenstände, wenn sie zu entfernt sind, auf ihr sich am Ende als lichte Punkte verlieren, wie diefs der Fall mit ganzen Welten, jenen Lichtpunkten am Himmel ist.

Bekäme die Hand ihre Eindrücke auf ähnliche Weise wie die Retina durch Vermittlung, etwa durch Stäbe, wie deren Blinde zum nämlichen Zweck sich bedienen, so müfste solche, parallel oder ausgebreitet die Hand drückend, ihr auch Eindrücke von gleich grofsen oder viel gröfseren Gegenständen beibringen. Ein Bündel paralleler Stäbe könnte an dem Gefühle der Gröfse und Gestalt derjenigen Fläche, worauf die anderen Enden gestützt sind, eben so wenig ändern, als es das Leder des Handschuhes thut; müfste also die absolute Gröfse fühlen lassen. Aber ein Bündel divergirender und sich kreuzender Stäbe müfste auf der Hand Eindrücke von weit aus einander sich befindenden und von ihnen berührten Gegenständen auf einem kleinen Raum vereinigen, also viel kleinere Druckbilder geben. Je länger solche Stäbe wären, desto mehr müfsten sie wie ein

Zir-

Zirkel an einander gebracht werden, um dieselben Gegenstände einzuschliefsen, aber auch der Druck ihrer anderen Enden würde auf der Hand näher an einander fallen, und ein kleineres Druckbild geben; solche müfsten also eben so wie im Auge nur Gefühle der relativen Gröfsen geben. Eine nie anders, als durch solche divergirende Stäbe fühlende Hand würde also kein Gefühl des mit ihr selbst gleich Grofsen, sondern nur das Gefühl des Kleineren und des Gröfseren, eben wie das Auge, also nur das Gefühl der relativen Gröfse, haben können.

Diefs Vermögen, absolute oder nur relative Gröfsen fühlen zu können, bringt aber nur der Umstand des sich Kreuzens der Leiter mit sich; diefs und die davon abhängende Divergenz sind die Hauptbedingungen zur Hervorbringung desselben. Gleichermafsen verhält sich die im Auge fühlende Handfläche. Das ganze schachtelförmige Gebilde vor der Netzhaut ist nur dazu bestimmt, um den Kreuzungspunkt für die tastenden Stäbe derselben, der Richtungslinien nämlich, zu fixiren, damit immer dieselbe Entfernung der Eindrücke auf der Retina denselben Winkeln dieser Richtungslinien entspreche; denn ohne diese Bedingung wäre nicht einmal ein immer dasselbe bleibendes, also auch sicheres relatives Gröfsengefühl möglich. Alles übrige der Augapfeleinrichtung hängt nur mit der Lichtcorrection zusammen, damit der Eindruck in der einmal fixirten Richtung am vollkommensten und mit der nöthigen Kraft geschehe.

Die Retina ist also ein ihre eigene Ausdehnung nach zwei Dimensionen fühlendes lebendiges Maafs, an dem sich die Gröfsen der, den Gegenständen entsprechenden Eindrucksbilder auch nach zwei Dimensionen abmessen, woraus Gestaltsgefühl entspringt. Das Retina- oder Sehgefühl kann also nur ein Flächengefühl seyn, und doch unterscheiden wir das Nahe und Entfernte an den Gegenständen, also auch die dritte Dimension, die Tiefe

im Raume. Ja wir unterscheiden diefs, sehen es aber nur als auf einer Fläche. Dafs es wirklich so ist, überzeugt uns diefs, dafs wir ein gutes, etwas entferntes und passend mit seinem Umfange verstecktes Gemälde für Wirklichkeit, für ein Aggregat hinter einander gestellter Gegenstände nehmen können. Hier geben uns ja nur zwei flache Gemälde, nämlich das äufsere künstliche, und das natürliche auf der Retina, doch das Gefühl besonderer und hinter einander sich befindender Gegenstände. Das Gefühl kann diefs aber nur aus den Veränderungen der Gröfse, der Gestalt und der Farbe wahrnehmen, weil diese nur das ihm unmittelbar, sowohl auf dem Gemälde, wie auf der Retina das Gegebene sind. Zur Vervollständigung dieser Wahrnehmung tragen aber auch frühere Beobachtung, Controle des Tastsinns und Ueberlegung vieles bei.

Frühere Beobachtung hat uns oft wahrnehmen lassen, dafs von zwei, in einer Entfernung hinter einander gestellten Fingern unserer beiden Hände der vordere gröfser erscheint, dafs er die ganze entferntere Hand zu decken im Stande ist; wir beurtheilen also auch andere kleiner wahrgenommene Gegenstände als weiter entfernt; diefs berücksichtigend, zeichnet der Maler die entfernter scheinen sollenden Gegenstände relativ kleiner. Ein mit ihren Rändern nicht gleich vom Auge abstehende Quadratfläche erscheint demselben als ungleichseitiges Viereck, ein Kreis als Ellipse u. dergl. Auf diese Art mufs aber auch der Maler die wahren Gestalten verzerren, wenn er dem Gesichte das Gefühl der verschiedenen Stellungen der Dinge beibringen will. Zuletzt läfst uns auch die Verschiedenheit der Farben die relative Entfernung fühlen. Hier kommen vorzüglich Schatten und Licht in Betrachtung, die der Maler als dunklere und hellere Farbe aufträgt. Ohne diefs wären erhabene, aber einfarbige Dinge, wie z. B. Basreliefs, dem Auge nur als eine weifse Fläche sichtbar, und dem



Maler nur als solche möglich darzustellen. Auch ist die Abgränzung der Farbenflächen undeutlicher, und desto mehr in einander vermischt, je entfernter sie vom Auge sind, weil die von ihnen ausgehenden Strahlenbüschel nicht mehr auf Punkte, sondern ausgebreitet, also nicht nur neben einander, sondern auch über einander, auf die Retina fallen, wodurch auch die verschiedenfarbigen Bilderränder in einander überzufliefsen scheinen. Diefs wissen die Maler auch, und geben ihren entfernten Gegenständen undeutliche Umrisse. Aufserdem verblassen und verbläuen die Farben der zu sehr entfernten Gegenstände auch noch durch die dazwischen liegende blaue Luftschicht. Vorzüglich aber das Danebenstellen eines natürlichen, der Gröfse nach bekannten Dinges hilft zur besseren Erkenntnifs der Entfernungs- und Gröfsenverhältnisse, weil es als Maafsstab für das Uebrige dient. Maler bringen deshalb auch Menschen neben anderen Gegenständen an. Alles diefs hilft uns also, die hinter einander gestellten Objecte als solche zu fühlen; nur von sehr entfernten, wo der controlirende Tastsinn nicht hinreichen würde, bleibt uns doch das Gefühl, als wenn sie auf einer Fläche wären, so scheinen uns weite Berge, Wolken und Gestirne an dem Himmelsgewölbe geheftet zu seyn. Aus allem dem aber folgt, dafs das Gefühl des weniger oder mehr Entfernten, oder das Gefühl der Raumtiefe, nur indirect vom Winkel und von der Länge der Richtungslinien nur in sofern abhängt, als der Endpunkt einer Richtungslinie eben der Lichtpunkt selbst ist, und als das Bild von diesem Punkte nur in deutlicher Sehweite als Punkt, in einer immer gröfseren Entfernung vom Auge aber als eine immer breitere Scheibe wahrgenommen wird, also auch die aus näheren Gegenständen gebildeten Retinabilder aus nebeneinanderseyenden Punkten rein deutlich, aus entfernten aber aus übereinanderreichenden Scheiben undeutlich und mit vermischten Farben wahrgenommen wer-

den. Wenn wir ein vom Hohlspiegel zurückgeworfenes Bild nahe, wie in der Luft schwebend, vor uns sehen, so geschieht es eben dadurch, dafs die Luftkegelstrahlen, durch den Spiegel genähert, sich kreuzen, und, wie aus einem neuen, aber näheren Lichtpunkte kommend, auch kleinere Scheiben auf der Retina bilden.

Aufser dem Abstand der Eindrücke, die die Retina durch den primär wahrgenommenen Abstand ihrer eigenen, diese Eindrücke empfangenden Stellen empfindet, mufs sie auch noch diejenige Stelle als besondere fühlen, wo diese Eindrücke am deutlichsten geschehen, nämlich ihre Mitte selbst. Diese wird auch im Gefühle des Ganzen zum Relationspunkte, nach welchem sich das Gefühl des Abstandes der übrigen Theile des ganzen Retinabildes richtet. Diese der Augenaxenlinie entsprechende Stelle erscheint uns als die Mitte des Gesichtsfeldes, als der kleine innere Kreis des deutlichsten Sehens, der mit vielen concentrischen Rahmen, der immer minder deutlicher, zuletzt mit dem ganz Bildlosen umfafst ist. Da wir empfinden, dafs die Mitte des Gesichtsfeldes uns die Gegenstände am deutlichsten wahrnehmen läfst, so suchen wir diese auch durch Augenbewegung in diese Mitte zu bekommen. Diefs nennt man die Augenaxe nach einem Gegenstande richten. Es thun diefs aber auch Leute, die eben so wenig von einer Augenaxe, als von den Richtungslinien wissen. Im äufseren undeutlichen Gesichtsfelde stöfst ihnen ein Gegenstand in dunkleren Umrissen auf, und meldet sich, so zu sagen, nur an. Das Auge wendet sich und nimmt es auf in's mittlere deutliche Gesichtsfeld. Die übrigen Gegenstände reihen sich im Gefühle um ihn, wie die durch sie afficirten Retinastellen, grofs, klein, deutlich, undeutlich, mehr oder weniger zusammengerückt, und diefs giebt das Perspectivische des Gesichtssinns, worin wir uns durch das täglich wiederholte Verbessern der Täu-

schungen am Ende recht gut finden, und nur selten wenig mehr irren.

Als Hauptresultat dieser Abhandlung glaube ich angeben zu können, dafs die Richtungslinien fast gerade Linien sind, die in dem Mittelpunkte der Corneakrümmung ihren Kreuzungspunkt haben. Da aber dieser fast zwei Linien vor dem Mittelpunkte des Auges sich befindet, so können gleiche Winkel der Richtungslinien nicht gleiche Theile des Augengrundes abschneiden. Das Feld des deutlichen Sehens beschränkt sich aber nur auf einen kleinen mittleren Theil in der Retina, wo die Bogen sowohl vom Augen- als vom Corneamittelpunkte zusammenfallen; die Retina, die man nur ungefähr und selbst mit dem genauesten Winkelmaafse oft unrichtig gemessen hat, wird also den kleinen Unterschied selbst weiterhin im seitlichen Gesichtsfelde nicht fühlen können. Sehr weit von der Augenaxe ab würde es wohl der Fall seyn können, wenn hier ein Deutlichsehen überhaupt möglich wäre. Die im Augengrunde ausgebreitete Retina fühlt aber nur die Eindrücke und deren Distanzen an der Länge des Theiles ihrer selbst zwischen den durch äufsere Eindrücke berührten Stellen. Da aber die Gröfse von dem Distanzgefühle der Stellen ihrer eigenen Fläche immer der Distanz der Enden der Richtungslinien, auf welchen die Eindrücke von aufsen zu dieser Fläche ankommen, gleicht, und bei gleichen Abständen dieser Enden auf der Retina die Arme der umfassenden Richtungslinien immer unter demselben Winkel, wegen der Stabilität ihres Kreuzungspunktes, im Auge geöffnet sind, *so mufs hier die gefühlte Retina-Distanzgröfse verschiedener Stellen ihrer Fläche und die nicht gefühlte Winkelgröfse der Richtungslinien in eins zusammenfallen.* Dadurch aber wird begreiflich, wie es uns scheinen kann, als fühlten wir unmittelbar den Weg der Lichtstrahlen und seine Richtung, wie auch den optischen Winkel der Rich-

tungslinien, was doch unmöglich ist. Nur durch das Nachweisen der Analogie der Retina mit der Handfläche als Tastsinn, oder eigentlich als Hautsinn (denn das, was die Hand zum Tastsinne eigentlich macht, die Bewegung, war zur Erklärung der Sache überflüssig), war diese Erklärung möglich. Freilich mufs die Retina, so wie die Handfläche, durch Bewegung den Gegenständen entgegengestellt seyn, aber das Eindruck- und Distanzgefühl, aus welchem allein hier alles erklärt wurde, ist von der Bewegung unabhängig, und findet auch beim ruhenden Organe statt; ja selbst mit einer Handfläche ohne Finger würde die Analogie mit der Retina noch fortbestehen. Ich suchte also zu beweisen, dafs die Retina eben so wie die Handfläche sich verhält, nämlich primär die Distanz und Länge ihrer eigenen Theile fühlend, secundär solche auf die Distanz der Eindrücke übertragend, und nachträglich erst die Gröfsen und Entfernungen der Gegenstände empfindend, worein sich zuletzt erst auch Urtheil und Schätzung einmischt.

Es mag meiner Ansicht auch zum Beleg dienen, dafs der grofse Physiolog Joh. Müller der Ansicht ist, dafs sich die Retina nur in ihrer wahren objectiven Gröfse sieht; dabei aber auch äufsert, »*dafs durchaus kein Grund abzusehen sey, warum die tastende Hand etwas anderes als ihre afficirte Leiblichkeit, warum sie noch ein Etwas aufser sich empfinden solle.*« Wirklich reiht sich an das hier Verhandelte nothwendig noch die Frage, wie die Retina, die alle Eindrücke, Erschütterungen nur als ein Afficirtseyn ihrer selbst, zwischen den so afficirten Stellen nur sich selbst in ihren Theilen fühlt, diefs doch aufser sich auf Objecte übertragen könne, wie überhaupt das von Aufsenkommen der Eindrücke als wirklich von aufsen kommend, und das diese Eindrücke Gebende als ein wirklich draufsen vorhandener Gegenstand gefühlt werde, da doch alles diefs nur das Gefühl der

Selbstexistenz in den Organen wecken kann. Ein Versuch der Beantwortung dieser Frage, die sich auf alle Sinne erstreckt, würde uns aber auf ein rein physiologisches Feld führen; und da ohnehin diese Abhandlung das Maafs für eine physikalische Zeitschrift schon erreicht, vielleicht selbst überschritten hat, es mir aber andererseits doch scheint, dafs die Beantwortung der Frage über das Setzen des Empfundenen in die Aufsenwelt, das Scheiden unseres Ich vom Nichtich, nicht etwa in einer intellectuellen Thätigkeit, sondern noch in der Sphäre der Sinnlichkeit zu suchen sey, so werde ich vielleicht einen Versuch wagen, diesen Gegenstand für eine physiologische Zeitschrift zu bearbeiten.

IV. *Volta'sche Combinationen;* *von J. F. Daniell.*

(Auszug aus den *Phil. Transact. f.* 1836, *pt. I p.* 107.)

Der Zweck dieses Aufsatzes ist, zwei Volta'sche Batterien von neuer Einrichtung kennen zu lernen, so wie eine Reihe damit angestellter Versuche zur Bestätigung von Faraday's wichtiger Entdeckung der festen chemischen Action der Elektricität.

Den ersteren dieser Apparate nennt der Verfasser *Zergliederungsbatterie* (*Dissected Battery*), weil derselbe, analog gewissen optischen Instrumenten, die verworrene Linien in regelmäfsiger Anordnung erscheinen lassen, viele vereinzelte Thatsachen deutlicher macht und mit anderen besser in Zusammenhang bringt. Den zweiten Apparat belegt er mit dem Namen der *constanten Batterie,* weil er den grofsen Vortheil hat, seine Kraft lange Zeit unveränderlich zu erhalten.

Zergliederungsbatterie.

Diese Batterie besteht aus zehn in die Runde gestellten Glaszellen oder Glasbechern, von der durch Fig. 1 Taf. III im Durchschnitt abgebildeten Gestalt; *abcd* ist ein solider Glasfuſs, mit einer Höhlung *efgh*, die durch dem Stöpsel *gh* verschlossen ist. Durch diesen Stöpsel gehen die Stiele zweier Platten *ijklmn* hinab in die Höhlung, welche durch eine Scheidewand *oo* getheilt ist in zwei Kammern, die beide Quecksilber enthalten, zur Aufnahme dieser Stiele. Diese Einrichtung erlaubt, daſs die Platten ohne Schwierigkeit nach Belieben verwechselt werden können. Mittelst der Drähte *p*, *q*, welche durch die Seitenlöcher *t*, *u* eintreten und ebenfalls in das Quecksilber tauchen, können die Platten entweder unter sich, oder mit den Platten anderer Zellen verknüpft werden. Den Glasfuſs umfaſst eine aufgeschliffene Glasglocke (*shade*) *v*, *w*, *x*, *y*, *z*, *z*, die eine Zelle zur Aufnahme der Flüssigkeit bildet. Endlich wird eine graduirte Glasröhre *AB*, mittelst eines zur Seite befindlichen Trägers, so gehalten, daſs sie über eine oder die andere Platte gestellt werden kann. Diese Röhre dient als Voltameter.

Fig. 2 zeigt eine zu gleichem Zweck dienende, aber weniger kostspielige Zelle. Sie ruht, mittelst ihres hervorspringenden Randes *vwyz*, in dem Ausschnitt eines Brettes *CD*, und die Stiele der Platten gehen durch den Glasstöpsel *a b c d* in die auſserhalb befindlichen Quecksilbernäpfchen *op*, mittelst welcher alle nöthigen Verbindungen gemacht werden können.

Als Metalle gebraucht der Verfasser für gewöhnlich Platin und amalgamirtes Zink, in Platten von 3 Zoll Länge und 1 Zoll Breite, und als Elektrolyt verdünnte Schwefelsäure von 1027,5 spec. Gewicht, bestehend aus 100 Th. Wasser und 2¼ Th. concentrirter Säure, ganz wie Faraday [1]), um seine mit dessen Versuchen in

1) Experimental-Untersuchungen, X, 1127 (Ann. Bd. XXXVI S. 510).

Verbindung zu setzen. Diese verdünnte Säure war fast ohne örtliche Wirkung auf das Zink. Zwar bekleidete sich dieses, wenn es ganz eingetaucht war, nach einiger Zeit mit Wasserstoffbläschen, welche stark anhafteten; allein nach 24 Stunden hatte es doch nur einen sehr kleinen Bruchtheil eines Grans verloren. Wurde dagegen die Kette geschlossen, so entwickelte sich am Platin viel Wasserstoffgas, ungefähr drei Kubikzoll in einer Viertelstunde.

Zunächst zeigt nun der Verfasser, wie leicht mittelst seines Apparates einige der einfachsten, aber sehr schwer zu veranschaulichenden Gesetze der Volta'schen Batterie nachgewiesen werden können.

Er nimmt eine Zelle, geladen mit verdünnter Schwefelsäure, der etwas Salpetersäure zugesetzt worden. So lange sie ungeschlossen ist, bleibt alles in Ruhe; so wie er sie aber schliefst, entwickelt sich ein mächtiger Strom Wasserstoffgas am Platin. Nun nimmt er eine zweite ganz gleiche Kette, und verbindet die beiden Zinkplatten und die beiden Platinplatten, jede unter sich. Alles bleibt ruhig, weil die beiden Ketten einander entgegenwirken. Darauf nimmt er statt der zweiten Zelle eine andere, geladen, nicht mit Schwefelsäure, sondern mit einer Lösung von Jodkalium und Stärkmehl. Auch sie wirkt der ersteren entgegen; allein da diese stärker ist als sie, wird sie überwältigt. Es entsteht ein Strom, und Jod wird reichlich auf das Platin niedergeschlagen, wie es die entstehende blaue Farbe erweist. Trennt man nun die letztere Zelle von der ersten und schliefst sie, so macht ihr eigener Strom das Jod durch den am Platin freiwerdenden Wasserstoff wieder verschwinden.

Hierauf schreitet Hr. D. zu den eigentlichen Versuchen, die wesentlich folgende waren:

1) Jede Zelle, blofs mit verdünnter Schwefelsäure geladen, wurde für sich geschlossen, und das am Platin entweichende Wasserstoffgas in ihrem Voltameter an-

fangen. Die Menge dieses Gases war, vermuthlich wegen Ungleichheit in den Abständen der Platten und in der Amalgamation des Zinks, keineswegs gleich in den einzelnen Zellen, sondern bedeutend verschieden, in den beiden, die am meisten und am wenigsten gaben, fast um ein Drittel. So wie aber sämmtliche Zellen zu einer Batterie verbunden wurden, verschwanden diese Ungleichheiten; jede Zelle gab nun gleich viel Gas, aber nicht mehr als zuvor die schwächste.

2) Alle Platinplatten wurden mit einem Quecksilbernapf verbunden, alle Zinkplatten mit einem zweiten solchen Napf, und nun beide Näpfe in Verbindung gesetzt. Jetzt entwickelten die einzelnen Zellen wieder ungleiche Gasmengen, fast so ungleiche wie zuvor.

3) Die 10 Zellen wurden paarweise zu einfachen Ketten, und diese 5 Doppelzellen zu einer Batterie verbunden. Die Unregelmäfsigkeit der Gasentwicklung war nun wieder verschwunden. In jedem der 10 Voltameter war gleich viel Gas, doch nicht ganz so viel als bei Versuch 1 in der stärksten Zelle.

4) Eine Doppelzelle wurde mit den übrigen acht einfachen Zellen zur Batterie verknüpft. Das Gas in jedem Voltameter der Doppelzelle betrug genau halb so viel als in dem Voltameter jeder einfachen Zelle.

In allen diesen Versuchen war jede Zelle eine *erzeugende* gewesen; jetzt versuchte Hr. D. auch die Wirkung *verzögernder* Zellen zu ergründen.

5) Zu dem Ende verknüpfte er sämmtliche 10 Zellen einfach zu einer Batterie, ersetzte aber in einer das Zink durch Platin. Dadurch wurde die Gasmenge auf mehr als ein Drittel zurückgeführt, genau auf die, welche sich in der verzögernden Zelle entwickelte. Als auch in einer zweiten Zelle das Zink durch Platin ersetzt wurde, betrug die, in allen Voltametern gleiche, Gasmenge nur noch ein Zehntel von der früheren. Drei verzögernde Zellen hemmten den Strom gänzlich.

6) Als, ohne diese Vertauschung, eine der Zellen umgekehrt gegen die übrigen neun gestellt wurde, sank in den Voltametern dieser neun Zellen die Gasmenge auf ein Viertel herab; aber noch bedeutend geringer war sie am Zink in der umgekehrten Zelle.

7) Nun wurde in jeder Zelle eine amalgamirte Zinkplatte zwischen zwei Platinplatten aufgestellt (eine *erzeugende* Platte zwischen zwei *leitenden*, wie Hr. D. sich ausdrückt), wie in Fig. 2 Taf. III angedeutet ist, und die Verbindung so gemacht, dafs die beiden Platin- mit einem, und die Zinkplatte mit dem andern Quecksilbernapf communicirten [1]). Als nun 10 solcher einfachen Zellen zur Batterie verbunden wurden, entwickelte sich von jeder neben dem Zink stehenden Platinplatte beinahe eben so viel Gas wie früher in gleicher Zeit von einer Platte. Durch die Verdoppelung der Platinfläche ward also nahe doppelt so viel Wasser zerlegt. Dabei entwickelte sich das Gas auch an den vom Zink abgewandten Platinflächen.

8) Als die Batterie wieder auf gewöhnliche Weise zusammengesetzt, aber statt des amalgamirten Zinks nicht amalgamirtes genommen ward, fand an diesem eine starke Wasserstoffgasentwicklung statt; aber während sie am stärksten war, entwickelte sich am Platin genau eben so viel Gas, als bei der Combination mit amalgamirtem Zink. Die örtliche Wirkung stört also die des Stromes nicht.

9) Vom Eisen (*wrought iron*), statt des amalgamirten Zinks genommen, erwartete der Verfasser eine grofse Wirkung, aber statt defs war sie zu seinem Erstaunen ganz Null, die Gasmenge am Platin ganz unmefsbar. Jetzt wandte er die Eisenplatten als Stellvertreter des Platins an, sie mit amalgamirten Zinkplatten combinirend, und zu seiner Verwunderung waren sie wirksamer als

1) Wenn die Zeichnung richtig, so standen zugleich die Platten jetzt halb so weit von einander entfernt wie zuvor. *P.*

Platin. Die Gasmenge in jedem Voltameter war fast doppelt so grofs wie in der normalen Batterie.

10) Eine Wiederholung dieses Versuches mit frischen Eisenplatten lehrte den Verfasser, dafs die früheren Eisenplatten ihre grofse Wirksamkeit dem Umstand verdankten, dafs sie vorhin mit Platin combinirt gewesen waren; denn die neuen Eisenplatten entwickelten nicht mehr Gas als die Normalplatten.

Der Verfasser schritt nun zu einer Veränderung des angewandten Elektrolyten.

11) Bis dahin war verdünnte Schwefelsäure von 1027,5 spec. Gew. angewandt; jetzt setzte er dieser, dem Volume nach, eben so viel Salpetersäure hinzu, als sie concentrirte Schwefelsäure enthielt. Die Menge des sich an den Platinplatten entwickelnden Wasserstoffgases ward dadurch bedeutend verringert und unregelmäfsig gemacht; allein wenn ein Voltameter statt einer der Zellen eingeschaltet wurde, entwickelte sich darin fast drei Mal so viel Wasserstoffgas als bei der Batterie im normalen Zustand. Nach fünf Minuten war jedoch die Entwicklung auf eine ganz unwahrnehmbare Gröfse herabgesunken. Eine, selbst sehr kurze, Oeffnung der Kette stellte die Kraft der Batterie zum Theil wieder her. Bei vergröfsertem Zusatze von Salpetersäure hörte die Wasserstoffentwicklung in einigen Zellen ganz auf, während sie in anderen gering, aber ungleich war. Die Quantität des circulirenden Stromes ward zugleich vermehrt, nahm aber bei Fortdauer der Wirkung rasch ab.

12) Um die Ursache dieser Anomalien zu entdekken, liefs Hr. D. die Batterie 30 Stunden lang wirken. Sie war nun ganz erschöpft; kaum dafs sich noch in dem Voltameter Gas entwickelte. Er versah nun die Batterie mit frischen Platinplatten und schlofs sie wiederum. Jetzt wirkte die Batterie fast so stark wie zuerst, verlor aber ihre Thätigkeit sehr rasch. Selbst Eisenplatten,

statt der erschöpften Platinplatten genommen, erneuten die Wirkung mit großer Kraft.

13) Vermuthend, daß die Unthätigkeit der Platten von einer Veränderung derselben herrühre, polirte er sie, machte sie rothglühend, kochte sie mit starker Kalilauge; allein ohne entscheidenden Erfolg. Kochen mit Salpeter- oder Salzsäure stellte jedoch ihre Kraft vollkommen wieder her. Bei mehrmaliger Anwendung der so gereinigten Platten und der alten Ladung mit verdünnter Schwefelsäure war die Wirkung anfangs immer sehr lebhaft, dauerte aber immer kürzer und kürzer, bis die Abnahme zuletzt fast unmittelbar erfolgte.

14) Bei Untersuchung der Platten nach dieser lang fortgesetzten Wirkung fand sich, daß sie rauh waren, und zwar in Folge einer Bekleidung mit *metallischem Zink*. Nach 18stündiger Wirksamkeit der Batterie war der Ueberzug so stark, daß er in großen Flocken abgesondert werden konnte. Dieser Ueberzug fand sich auf beiden Seiten der Platinplatten, doch hauptsächlich auf der den Zinkplatten zugewandten. Gewöhnlich war er warzenförmig, doch manchmal auch krystallinisch. Die Entstehung dieses die Wirkung der Batterie so sehr schwächenden Ueberzugs rührte offenbar davon her, daß das gebildete und von der Säure gelöste Zinkoxyd durch das an den Platinplatten entweichen wollende Wasserstoffgas im Entstehungszustande reducirt ward. Der Ueberzug vermehrt sich offenbar mit der Menge des in der Flüssigkeit gelösten Zinkoxyds, und muß daher einerseits bei einer lange gebrauchten Flüssigkeit und andererseits bei einer Batterie mit gewöhnlichem Zink, wo so viel Zink durch örtliche Wirkung aufgelöst wird, besonders mächtig werden. Der Grund, daß er bei solchen Batterien niemals wahrgenommen, liegt darin, daß er bei Oeffnung der Batterie schnell wieder aufgelöst wird (wenn die Flüssigkeit noch freie Säure enthält). —

Alle Phänomene von Ritter's secundärer Säule, die von Becquerel einer Polarität zugeschriebenen Erscheinungen, die Versuche von Marianini und von De la Rive über diesen Gegenstand können nun, schliefst Hr. D., nicht länger unverständlich seyn.

15) Hr. D. hatte bemerkt, dafs wenn Kupferóxyd in der Flüssigkeit gelöst war, diefs in Vorzug vor dem Zinkoxyd gefällt wurde, und dafs die Platten, die sich mit Kupfer überzogen hatten, einigermafsen vor der Bekleidung mit Zink geschützt blieben. Er setzte daher schwefelsaures Kupferoxyd in bedeutender Menge zur sauren Flüssigkeit; allein, wiewohl das Zink amalgamirt war, fand nun doch an demselben eine örtliche Wirkung statt, stark genug, um Wasserstoffgas, wenngleich in geringer Menge, zu entwickeln, und eine Fällung von Kupfer auf das Zink zu veranlassen. Besonders geschah diefs bei einfachen Ketten. — Salpetersaures Quecksilberoxyd hat diesen Nachtheil nicht; allein dafür bedeckt sich das Platin mit so viel Quecksilber, dafs es bald in Tropfen davon abfällt.

Die Entfernung des Wasserstoffs, der im Entstehungszustande feste Körper auf die Platinplatten niederschlägt, verstärkt, wenn sie ohne solche Niederschläge bewirkt wird, die Batterie bedeutend. Die gute Wirkung der Salpetersäure beruht darauf, und es ist gewifs, dafs nicht blofs der Sauerstoff dieser Säure dehydrogenirend wirkt [1]), sondern auch ihr Stickstoff; denn es bildet sich durch ihre Gegenwart *Ammoniak*, wie durch Vermischung einer erschöpften Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron nachzuweisen ist.

Die einzige Schwierigkeit in Faraday's Theorie von der Volta'schen Säule fand Hr. D. in der bekannten Thatsache, dafs ein Stückchen Zink oder Eisen eine viele hundert Mal gröfsere Kupferfläche gegen chemische An-

1) Faraday's Experimental-Untersuchungen, VIII, §. 1021.

griffe schützen kann, da doch die Menge des entwikkelten Wasserstoffs, welche sich über die Kupferfläche ausbreitet, mit der Menge des vom Zink oder Eisen aufgenommenen Sauerstoffs in Verhältnifs stehen müsse. Um diese Schwierigkeit zu heben, stellte er folgende Versuche an.

Er nahm eine Silberplatte, 15 Zoll im Quadrat, und übergofs sie, in einer Schale liegend, mit verdünnter Schwefelsäure, der etwas schwefelsaures Kupferoxyd zugesetzt war. Dann berührte er sie in der Mitte mit der Spitze einer amalgamirten Zinkstange von $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser. Augenblicklich bildete sich um die Berührungsstelle auf dem Silber ein runder Fleck von niedergeschlagenem Kupfer, der in wenigen Stunden bis zu einer scharf bebegränzten Scheibe von 6 Zoll im Durchmesser anwuchs, ohne indefs die Kanten der Platte zu erreichen.

Zur Veränderung löthete er nun eine $\frac{7}{8}$ Zoll lange und $\frac{8}{16}$ Zoll dicke Stange von amalgamirtem Zink mitten auf eine Silberplatte von 8 Zoll Länge und $5\frac{1}{2}$ Zoll Breite, und stellte diese senkrecht in eine angesäuerte Kupfervitriollösung. Der Niederschlag von Kupfer, der sogleich auf dem Silber entstand, bildete um das Zink ein Oval und schritt allmälig gleichmäfsig vor. Er dehnte sich also nicht vorzugsweise nach oben aus, wie die Leichtigkeit des Wasserstoffgases, als reducirenden Mittels, hätte glauben lassen können.

Einen auffallenden Contrast damit bildet der umgekehrte Versuch. Berührt man nämlich eine in Säure gelegte amalgamirte Zinkfläche mit einem Platinstift, so entweicht Wasserstoffgas von diesem; allein die Oxydation des Zinks ist so örtlich, dafs an dem Berührungspunkte bald ein Loch durch die Platte gefressen wird.

Die Ursache der vorher genannten Erscheinung setzt Hr. F. in einer grofsen Adhäsion (*heterogeneous adhesion*) des Wasserstoffgases zum negativen Metall, vermöge welcher es seine Elasticität verliert, und im Entstehungszu-

stande weit auf der Fläche dieses Metalles fortgeführt wird.

Zur Stütze dieser Ansicht führt er an, dafs er die amalgamirten Zinkplatten folgweise auf die Hälfte, auf ein Viertel und zuletzt auf einen blofsen Draht von $\frac{1}{8}$ Zoll Dicke und drei Zoll Länge reducirt habe, und dafs doch dabei an den Platinplatten eben so viel Gas in gleicher Zeit entwickelt worden sey, als bei der Combination mit Platten von der vollen Gröfse.

Dieser Adhäsion schreibt er auch zu, dafs amalgamirtes Zink vor dem Angriff von verdünnter Säure geschützt bleibt, dafs die daran entstehenden Wasserstoffbläschen festhaften, und dafs es dagegen bei Zusatz von etwas Salpetersäure sich leicht löst, weil dann der Wasserstoff im Entstehungszustande zur Bildung von Ammoniak verwandt wird. Endlich leitet er auch die bekannte schwammförmige Masse, welche sich bildet, wenn Quecksilber zur negativen Elektrode in einer starken Salmiaklösung gemacht wird, von dieser Adhäsion her. Er hält diese Masse für nichts als ein mechanisches Gemenge von Quecksilber und dem darin durch Adhäsion festgehaltenen Wasserstoffgas.

Constante Batterie.

Fig. 3 Taf. III stellt eine der zehn Zellen dieser Batterie im Durchschnitt dar; *abcd* ist ein Kupfercylinder, 6 Zoll hoch und $3\frac{1}{2}$ Zoll weit, oben bei *ab* offen, unten aber geschlossen bis auf die Düse *ef*, die, anderthalb Zoll weit, zur Aufnahme eines Pfropfens dient, durch welchen der Glasheber *ghijk* gesteckt ist. Oben bei *ab* ist eine zweite Kupferdüse, entsprechend der am Boden, und gehalten durch zwei horizontale Arme. Vor Einsteckung des Pfropfens in die untere Düse *ef* wird durch diese ein Stück einer Ochsengurgel gezogen und an der oberen Düse *lmno* mit Zwirn fest gebunden. Nachdem diese häutige Röhre auch unten durch den einge-

gesteckten Pfropf gehörig befestigt worden, bildet sie eine innere Kammer, welche mit dem Glasheber in Gemeinschaft steht, so dafs, wenn sie bis *mo* mit einer Flüssigkeit gefüllt worden ist, jeder fernere Zusatz durch die Oeffnung *k* abfliefst; *pq* ist eine amalgamirte Zinkstange, 6 Zoll lang und 0,5 Zoll dick, getragen von dem Rand der oberen Düse mittelst des Holzstücks *rs*, das durch ein in ihr oberes Ende gebohrtes Loch gesteckt ist; *t* ist ein Näpfchen mit Quecksilber, mittelst welches und einer Vertiefung oben in der Zinkstange die beiden Metalle der verschiedenen Zellen durch Drähte auf verschiedene Weise mit einander in Verbindung gesetzt werden können.

Zehn solcher Zellen stehen auf einem Tisch im Kreise, die Heber nach innen gekehrt, mit ihren Oeffnungen über einem Gefäfs, das zur Aufnahme der aus ihnen fliefsenden Flüssigkeit bestimmt ist. Ueber der inneren Kammer jeder Zelle befindet sich ein Trichter, gehalten durch einen seitwärts stehenden Träger.

Der Zweck bei Construction dieser Batterie war: 1) die Zinkfläche möglichst klein zu machen; 2) das gebildete Zinkoxyd, das für die Wirkung der Batterie so schädlich ist, zu entfernen, und 3) das am Kupfer frei werdende Wasserstoffgas ohne Fällung einer dieses Metall verschlechternden Substanz zu absorbiren.

Zur Erreichung des ersten Zweckes wurde die amalgamirte Zinkstange so klein genommen, dafs ihre Oberfläche nicht mehr als 10 Quadratzoll hielt, während die Innenfläche des Kupfercylinders beinahe 72 Quadratzoll betrug.

Um das gebildete Zinkoxyd (Zinksalz) zu entfernen, war über der inneren Kammer der Trichter befestigt, aus welchem fortwährend frische Säure in abgepafster Menge zuflofs, während die schwerere Lösung des Zinkoxyds in demselben Maafse am Boden durch den Heber abflofs.

Um endlich das Wasserstoffgas zu absorbiren, wurde der Raum zwischen der Hautröhre und dem Cylinder mit einer Lösung von *schwefelsaurem Kupferoxyd* gefüllt.

Diese Batterie, richtig construirt, entwickelte durchaus kein Gas, weder am Zink, noch am Kupfer, weder vor, noch nach der Schliefsung. Am Kupfer erschien kein Wasserstoffgas, sondern statt dessen ein schön rother Ueberzug von reinem Kupfer, so dafs also die Fläche dieses Metalles fortwährend erneut ward. So wie aber ein Voltameter mit in den Kreis eingeschlossen ward, zeigte sich darin eine sehr lebhafte Gasentwicklung. Sie war auch weit stätiger und ausdauernder als bei gewöhnlichen Batterien; allein dennoch war eine allmälige, wiewohl sehr schwache Abnahme zu spüren, wahrscheinlich weil in Folge der Fällung von Kupfer die Kupfervitriollösung verdünnter und weniger leitend wurde.

Um diesen Mangel abzuhelfen, ward, wie Fig. 4 zeigt, die obere Düse *bdeg* ringförmig mit einem Siebe *acfh* umgeben, das auf dem Rande des Cylinders ruht, und mit zerstofsenem Kupfervitriol gefüllt ist. So wie nun, bei Wirkung der Batterie, die Lösung verdünnter wird, löst sich der Kupfervitriol auf, und erhält sie stets in gleicher Concentration. Diefs Mittel entsprach dem Zweck vollkommen; sechs Stunden lang erhielt sich der Strom in unveränderter Kraft. Nur in der ersten Viertelstunde war die Wirkung in der Regel etwas stärker, und zwar, weil sich durch einen Rückstand von örtlicher Wirkung etwas Wasserstoffgas am Zink entwickelte. Durch mäfsiges Bewegen der Zinkstange in der Säure steigt die Wirkung momentan auf ihren ursprünglichen Betrag, sinkt aber bald auf ihre spätere Gröfse herab.

Wie klein diese örtliche Wirkung auf das Zink sey, zeigt Hr. D. durch einen Versuch, wobei er die Batterie, ein Voltameter mit in den Kreis gebracht, einige Zeit wirken liefs, das in dem Voltameter gesammelte Knallgasgemisch sorgfältig maafs, und die Zinkstangen



vor und nach dem Versuche wog, um deren Verlust zu bestimmen. An Zink löste sich in der gesammten Batterie 933 Gran, oder in jeder Zelle 93,3 Gran; an Gas ward gesammelt, nach Correction wegen des Drucks, 188,48 Kubikzoll. Diese Gasmenge entspricht 86,1 Gran Zink, also waren nur 7,2 Gran Zink durch örtliche Wirkung aufgelöst. In Wirklichkeit war aber diese Menge noch geringer, da sich zeigte, dafs sich von den Zinkstangen etwas Amalgam abgelöst hatte und auf den Boden der Zelle gefallen war, wo es nicht genau gesammelt werden konnte. — Für die 933 Gran aufgelösten Zinks mufsten sich, da nicht eine Blase Wasserstoff an den Kupfercylindern erschien, 1665 Gran Kupfer niedergeschlagen haben, und dazu waren 6623 Gran krystallisirten Kupfervitriols erforderlich. Das niedergeschlagene Kupfer hatte übrigens eine schön rothe Farbe und warzenförmige Structur; es fand sich nicht blofs an der Innenfläche und dem Boden des Cylinders, sondern auch unten an dem Siebe, besonders überall an den Ecken.

Um die Beständigkeit der Batterie zu prüfen, wurde sie mit Schwefelsäure von 1056,2 spec. Gew. (100 Maafs Wasser und 4½ Vitriolöl) geladen, und, nach Einschaltung eines Voltameters, geschlossen. Sie gab 3,8 Kubikzoll Gas in fünf Minuten. Hierauf wurde das Voltameter herausgenommen und die Batterie vier Stunden lang ohne dasselbe in Schliefsung erhalten. Nun abermals mit dem Voltameter geprüft, gab dasselbe wieder genau 3,8 Kubikzoll in fünf Minuten.

Zusatz von Salpetersäure zu der Kupfervitriollösung reducirte die Gasmenge, die sich in fünf Minuten in dem Voltameter entwickelte, auf 2,1 Kubikzoll. Zusatz von derselben Säure zu der Schwefelsäure in der inneren Kammer hob die Gasmenge anfänglich auf 4,2 Kubikzoll; allein bald sank sie auf die 3,8 Kubikzoll herab, die die Schwefelsäure für sich gab. Zusatz von Salpetersäure

zu einer der beiden Flüssigkeiten in der Säule hat also keinen Vortheil.

Der einzige Nachtheil dieser Construction ist der grofse Abstand des Zinks von dem Kupfer. Um ihm zu begegnen, erhöhte Hr. D. die Leitungsfähigkeit der Batterie, indem er eine Schwefelsäure von 1105,4 spec. Gew. (100 Maafs Wasser und 9 Maafs Vitriolöl) anwandte. Mit zwei verschiedenen Voltametern erhielt er nun 5,0 und 5,5 Kubikzoll Gas innerhalb fünf Minuten. Wegen des grofsen Verbrauchs an schwefelsaurem Kupfer zweifelt Hr. D. indefs, ob die Anwendung einer so concentrirten Säure vortheilhaft sey, wenn die Wirkung lange unterhalten werden soll.

Um die Vortheilhaftigkeit seiner *constanten Batterie* zu zeigen, verglich Hr. D. sie mit einem Trogapparat, bestehend aus 10 Plattenpaaren von Wollaston'scher Einrichtung. Dieser Apparat, geladen mit einem Gemisch von 100 Maafs Wasser, $2\frac{1}{4}$ Maafs Vitriolöl und 2 Maafs Salpetersäure, entwickelte in einem Voltameter anfänglich 2,5 Kubikzoll Gas innerhalb fünf Minuten; im Laufe seiner Wirksamkeit aber immer weniger, nach einer Stunde nur 1,3 Kubikzoll, und nach $3^h\ 51'$ gar nur noch 0,03 Kubikzoll. In ihm waren thätig 32 Quadratzoll Zink und 64 Quadratzoll Kupfer (wenn beide Seiten desselben gezählt werden, wiewohl die äufsere vermuthlich nicht so viel als die innere wirkte). Die constante Batterie, geladen mit verdünnter Schwefelsäure von 1079,4 spec. Gew. (100 Maafs Wasser und $6\frac{1}{4}$ Maafs Vitriolöl) entwickelte dagegen noch nach $3^h\ 43'$ innerhalb fünf Minuten unausgesetzt 4,6 bis 4,8 Kubikzoll Gas, und in ihr waren wirksam $65\frac{1}{2}$ Qnadratzoll Kupfer (die Unterseite der Siebe mitgerechnet) und nur $7\frac{1}{2}$ Quadratzoll Zink. Der Vorzug ist also offenbar auf Seite der letzteren. Diefs ging auch aus einem Versuche hervor, wo beide Apparate auf den von ihnen zu überwältigenden Widerstand geprüft wurden. Es wurden nämlich in den

Kreis einer jeden drei Voltameter eingeschaltet. Ein Wollaston'scher Apparat mit frischen Platten gab nun in jedem dieser Voltameter 0,32 Kubikzoll Gas in fünf Minuten, der Daniell'sche (geladen mit Schwefelsäure von 1056 spec. Gew.) dagegen 0,9 Kubikzoll.

Endlich bemerkt Hr. D. noch, dafs sein Apparat Platindraht von $\frac{1}{100}$ Zoll Dicke zum Glühen bringe und bedeutend lange darin erhalte, auch zwischen Kohlenspitzen einen merkwürdig lebhaften Funken gebe.

V. *Nachträgliche Beobachtungen über Volta'sche Combinationen; von J. F. Daniell.*

(Auszug aus den *Phil. Transact. f.* 1836, *pt. I p.* 125.)

Bei seinen früheren Versuchen hatte Hr. D. bemerkt, dafs Voltameter mit grofsen und mit kleinen Platten gleichviel Gas in derselben Zeit entwickeln. Diesen merkwürdigen Umstand näher aufzuhellen, war der nächste Zweck seiner fortgesetzten Untersuchung. Hiebei bekam er nun das Resultat, dafs, innerhalb gewisser Gränzen, weder der gegenseitige Abstand der Platinplatten im Voltameter, noch deren Gröfse irgend einen Einflufs auf die an ihnen entweichende Gasmenge habe. Platten, die, bei 3 Zoll Höhe, 1 Zoll, $\frac{6}{8}$ Zoll, $\frac{1}{8}$ Zoll Breite hatten, so wie Drähte von $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke und 2 Zoll Länge gaben, ungeachtet der Verschiedenheit ihrer Gröfse, sämmtlich 2,7 Kubikzoll Gas in fünf Minuten. Als die Drähte bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll ihrer Länge mit Harzkitt (Siegellack?) überzogen wurden, entwickelten sich noch 2,3 Kubikzoll in derselben Zeit; und bei gänzlicher Bekleidung derselben bis auf die Spitzen, die blank gefeilt wurden, gaben sie noch 0,8 Zoll in 5 Minuten, und zugleich trieben sie das Gas mit einer gewissen Kraft von sich in die Flüssigkeit.

Minuten oder genau doppelt so viel als die Batterie aus 10 einfachen Zellen mit Streifen.

Bei Anwendung einer Batterie von mehr als 10 Zellen hält Hr. D. es für zweckmäfsig, diese Zellen nicht im Kreise, sondern in zwei Reihen neben einander zu stellen, die Heber nach innen zu kehren, und unter dieselben eine Rinne zur Aufnahme der abfliefsenden Säure anzubringen. Da es sich ferner gezeigt, dafs die ununterbrochene Erneuung der Säure nicht nöthig ist, ein bisweiliger Zusatz von frischer Säure die Gleichförmigkeit der Wirkung vollkommen erhält, so wird auch der beschwerliche Trichter-Apparat überflüssig. Eine solche Batterie von 20 Zellen reicht zu allen Zwecken aus. Sie macht ein 8 Zoll langes Stück von 0,01 Zoll dicken Platindraht in offener Luft rothglühend, und ist überdiefs eine *ökonomische Quelle* des *reinsten Sauerstoffgases*.

Zum Behufe der Gewinnung von Sauerstoff wird in eine Zelle statt der Zinkstange eine Platinplatte in die Hautröhre gebracht, und diese oben durch einen Pfropfen verschlossen, durch welchen eine gebogene Glasröhre zu einem Recipienten führt. Diese Zelle giebt, bei Verbindung mit den Doppelzellen zu einer Batterie, keinen Wasserstoff, da derselbe vom Kupfervitriol absorbirt wird, aber 84 Kubikzoll Sauerstoff in einer Stunde.

Nach allen diesen Versuchen, schliefst Hr. D., würde, vom theoretischen Gesichtspunkt aus, die vollkommenste Volta'sche Batterie bestehen aus einer soliden Kugel von einem erzeugenden Metall (z. B. Zink), umgeben von einer hohlen Kugel aus einem leitenden Metall (z. B. Kupfer), getrennt von ihr durch eine stets erneute Schicht eines Elektrolyten und verbunden durch einen Metalldraht, der durch eine Bekleidung von Glas vor dem Elektrolyten geschützt wäre. In einer solchen hypothetischen Anordnung wüchse der Widerstand des Elektrolyten direct wie seine Dicke oder wie der Abstand der beiden Kugeln, während, wenn dieser Widerstand über-

wunden würde, die Quantität der in Umlauf gesetzten Kraft wüchse wie das Quadrat des Abstands vom Mittelpunkt oder wie die Oberfläche der äufseren Kugel (*P.*?). Die Zahl einer Reihe, die zur Hervorbringung des nöthigen Impulses erforderlich wäre, würde folglich nur wie der bloſse Abstand wachsen, der Vortheil aber wie das Quadrat. Ein Zinkstab innerhalb eines Kupfercylinders ist wahrscheinlich in Praxis die nächste Approximation zu solch einer Anordnung; doch möchte die Gültigkeit dieser Deduction ohne Zweifel durch Abänderungen im Durchmesser des Cylinders zu prüfen seyn.

VI. *Ueber die Volta'sche Säule und über das allgemeine Gesetz für die Intensität der Ströme einer einfachen Kette und einer Säule von groſser oder kleiner Spannung; von Hrn.* Pouillet [1]).

(*Compt. rendus*, *T. IV p.* 267.)

---

1) Die Intensität des elektrischen Stroms einer jeden Volta'schen Säule kann durch die chemischen, die physiologischen oder physikalischen Wirkungen ihres Stroms gemessen werden. In dieser Abhandlung hat man indeſs als Maaſs-Einheit die physikalische Wirkung dieses Stroms auf eine Magnetnadel genommen, weil diese Wirkung vor allen übrigen den Vorzug hat, augenblicklich einzutreten und mit der gröſsten Genauigkeit meſs-

1) Wiewohl die Resultate dieser Abhandlung zum Theil nur Bestätigungen der von Ohm (»Die Galvanische Kette« und Schweigg. Journ. Bd. XXXXVI S. 137), entdeckten, auch von Fechner (*Maaſsbestimmungen* über die galvanische Kette) und früher von Pouillet selbst (Annal. Bd. XV S. 91) beobachteten Gesetze sind, so schien doch die unverkürzte Mittheilung derselben, schon weil sie so wenig berücksichtigt wurde sind, nicht überflüssig. P.

bar zu seyn. Allein die durch diese Maafs-Einheit gegebenen Resultate stehen nicht aufser Zusammenhang mit denen, welche man erhält, wenn man als Maafs-Einheit die chemischen oder physiologischen Wirkungen nimmt. Im Gegentheil giebt es zwischen ihnen immer eine solche Abhängigkeit, dafs sich die ersteren aus den letzteren herleiten lassen, und umgekehrt. Dieser Zusammenhang zwischen Wirkungen, die anscheinend so verschiedenartig und zuweilen so vollständig entgegengesetzt sind, ist ein wichtiger Punkt in der Theorie der Säule. Er erklärt das, was man bisher die Spannung der Elektricität in dem Strom genannt hat, erklärt auch, weshalb eine Säule, welche sehr starke physikalische Wirkungen giebt, sehr schwach in ihren chemischen oder physiologischen Wirkungen seyn kann. Indefs bis dahin, wo diese Erklärungen sich aus Versuchen herleiten lassen, ist es gut zu erinnern, dafs die direct mit einander verglichenen Intensitäten nichts anderes sind als die elektro-dynamischen Intensitäten oder die Intensitäten der Wirkungen auf eine unter gleiche Umstände versetzte Magnetnadel.

2) *Beschreibung der Apparate.* — Die Säulen, welche angewandt wurden, waren *Zellen-Säulen* (*piles clissonnées*), deren Erfindung man Hrn. Becquerel verdankt [1]). Sie haben den grofsen Vorzug, dafs sie ganze

1) *Annal. de chim. et de physique, T. XXXXI p.* 20. — [Die Zellensäule des Hrn. Becquerel unterscheidet sich von einem gewöhnlichen Becher-Apparat dadurch, dafs die Glaskasten, welche die Plattenpaare aufnehmen, durch Goldschlägerhaut in zwei oder drei Zellen getheilt sind. Zwei Zellen, gebildet durch eine membranöse Scheidewand, wären eigentlich hinreichend; allein wegen der Zartheit der Goldschlägerhaut wendet er zwei solche Scheidewände und also drei Zellen an. Die eine dieser Zellen füllt er mit irgend einer pafslichen Säure oder Salzlösung, und die beiden andern (oder, falls nur zwei Zellen gebildet wurden, die zweite) mit einer andern ähnlichen Flüssigkeit. Nimmt die erste Zelle das Kupfer auf, so wird das Zink in die letzte ge-

Stunden lang mit constanter Kraft wirken, und deshalb vergleichbare Resultate geben.

Die Intensität der Ströme wurde mit zwei Apparaten gemessen, von denen ich den einen *Tangentenbussole*, und den andern *Sinusbussole* nenne.

Die *Tangentenbussole* besteht aus einem Kupferstreifen von 1^m,6 Länge, 0^m,02 Breite und 0^m;002 Dicke, umwickelt mit Seide, und so gebogen, dafs er sehr genau einen Kreis von 0^m,412 Durchmesser bildet. Die beiden hervorragenden Enden des Streifens befinden sich dicht neben einander, und gehen jeder in einen Becher mit Quecksilber, wo sie den Strom aufnehmen. Der Kreis steht vertical, und in seinem Mittelpunkte hängt an einem Seidenfaden eine Magnetnadel von 5 bis 6

stellt. Die übrige Einrichtung ist wie bei den bekannten Apparaten. Als Flüssigkeiten gebraucht Hr. B. entweder zwei verschiedene Salzlösungen oder zwei Säuren. Eine gesättigte Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd in der Zelle des Kupfers, und eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd in der Zelle des Zinks gab ihm das Maximum des Effects. — Diese Vorrichtung hat einige Aehnlichkeit mit der im vorhergehenden Aufsatze beschriebenen constanten Batterie des Hrn. Daniell. Indefs würde man doch Hrn. Becquerel zu viel Ehre anthun, wenn man ihm die Erfindung dieser Batterie zuschreiben wollte; denn erstlich ging er bei der Construction seiner Zellensäule von ganz anderen Principien als Hr. Daniell aus; dann ist die *salpetersaure* Kupferlösung eben so wenig die geeignetste Flüssigkeit in der einen Zelle, wie die schwefelsaure Zinklösung in der anderen; und drittens geben die von ihm gerade mit dieser Säule angestellten Messungen keinesweges einen Beweis von der Constanz ihrer Kraft; denn die Abweichung des Galvanometers war 84° im ersten Augenblick, 72° nach 15 Minuten, und 68° nach 30 Minuten. Eine constantere Wirkung wurde erhalten, als das Kupfer von Wasser, das $\frac{1}{50}$ Schwefelsäure enthielt, und das Zink von Wasser, das $\frac{1}{30}$ Schwefelsäure und $\frac{1}{50}$ Salpetersäure enthielt, umgeben war. Die Ablenkung der Nadeln betrug nun 62° im ersten Moment, 64° nach 15′, und 61° nach 30′. Vermuthlich war es diese Combination, welche Hr. Pouillet anwandte. Gesagt ist darüber nichts. *P.*)

Centimetern Länge, welche einen 16 Centimeter langen leichten Stab (*lame*) von Holz oder Metall trägt, der als Zeiger dient, weil sich seine Enden auf dem Umfang eines getheilten Kreises bewegen. Wenn der Streifenkreis im magnetischen Meridian steht, ist die Magnetnadel auf dem Nullpunkt, und so wie ein Strom durch diesen Kreis geht, wird die Nadel nach Westen oder Osten abgelenkt, um eine Gröfse, die von der Stärke des Stromes abhängt. Wenn Gleichgewicht eingetreten ist, d. h. wenn die Kraft des Erdmagnetismus, die Nadel in den Meridian zurückzuführen, gleich ist der Kraft des Stromes, sie daraus zu entfernen, so wird die Intensität des Stromes durch die Tangente der Ablenkung der Nadel gemessen.

Die *Sinusbussole* besteht aus einem ähnlichen Kupferstreifen, der aber in Form eines Rechtecks gebogen ist. Seine grofsen horizontalen Seiten messen 2 Decimeter, seine kleinen verticalen dagegen 5 bis 8 Centimeter, je nach dem Grade der Empfindlichkeit, den man erreichen will. Dieses Rechteck steht auf einem getheilten Kreis, dessen Alhidade es gewissermafsen bildet, und in dem Rechteck hängt eine Magnetnadel, so dafs ihr Mittelpunkt in der Verticale des Mittelpunkts vom Kreise liegt. Wenn ein Strom durch das Rechteck geht, wird die Nadel abgelenkt; allein man folgt ihr mit dem Rechteck, bis dafs sie sich in dessen Verticalebene befindet, wenn sie, gehalten im Gleichgewicht zwischen der Kraft der Erde und des Stromes, stillsteht. In diesem Fall ist die Intensität des Stromes proportional dem *Sinus* der Ablenkung der Nadel.

Für sehr schwache Ströme sind die obigen beiden Bussolen statt des einfachen Streifen multiplicatorisch mit mehren versehen.

3) *Versuche mit einem einzigen Element* (*einer einfachen Kette*). — Zur Bestimmung des Grades der Schwächung, den der Strom eines einzigen Elements in seiner

Intensität erfährt, wenn er genöthigt wird, durch Bogen von verschiedener Länge zu gehen, nahm ich Drähte von Kupfer, Platin, Silber, Eisen u. s. w., übersponnen mit Seide, aus einem und demselben Metallstück verfertigt, und mit vieler Sorgfalt durch den Drahtzug gezogen, so dafs sie in ihrer ganzen Länge möglichst gleichen Durchmesser besafsen. Diese Drähte schnitt man in fünf Stücke von verschiedener Länge, z. B. die 1 Millm. dicken in Stücke von 5, 10, 40, 70 und 100 Meter, und die dünneren Drähte in Stücke von 0,2; 0,4; 1,2; 4,0 und 10 Meter. Mit jeder Reihe von Drähten wurden die folgenden Versuche gemacht.

Man leitete den Strom der einfachen Kette direct durch die Bussole und beobachtete die Ablenkung; hierauf zwang man den Strom nach einander durch jeden der fünf Drähte zu gehen, und beobachtete sorgfältig die entsprechenden Ablenkungen. Folgende Tafel enthält die Resultate:

Drahtlänge, hinzugesetzt dem ursprünglichen Strom oder der Länge des Elements.	Beobachtete Ablenkung.	Tangente der Ablenkung od. Intensität des Stroms.
0 Met.	64° 30′	2,100
1	35 15	0,707
2	24 00	0,445
4	13 40	0,243
8	7 30	0,132
16	3 40	0,064

Auf den ersten Blick gewahrt man keine Regelmäfsigkeit in dem abnehmenden Gang der Intensität; allein man darf nicht blofs den dem ursprünglichen Bogen hinzugefügten Draht betrachten, sondern mufs diesen Bogen selbst in Rechnung ziehen. Bezeichnet man die unbekannte Länge desselben mit x, und nimmt an, dafs die Intensitäten des Stromes sich umgekehrt verhalten, wie die totalen Längen des Bogens, so hat man die fünf Gleichungen:

$$\frac{x}{x+1}=\frac{707}{2100} \text{ woraus } x=0{,}51$$

$$\frac{x}{x+2}=\frac{445}{2100} \quad - \quad x=0{,}54$$

$$\frac{x}{x+4}=\frac{243}{2100} \quad - \quad x=0{,}52$$

$$\frac{x}{x+8}=\frac{132}{2100} \quad - \quad x=0{,}53$$

$$\frac{x}{x+16}=\frac{64}{200} \quad - \quad x=0{,}50$$

Mittel $x=0{,}52$.

Diese Gleichheit der Werthe von x beweist, dafs der ursprüngliche Strom gleichwerthig ist einem 0,52 Met. langen Stück des angewandten Drahts, und wirklich, wenn man berechnet, welche Ablenkungen man, in der Annahme dieses Werths von x oder dieses *Widerstandes* in der Kette selbst und im Gewinde der Bussole, beobachten würde, so erhält man folgende Tafel:

Länge der hinzugefügten Drahtstücke.	Gesammtlängen d. Bogens bei Annahme von 0^m,52 für die Kette.	Ablenkungen beobachtet.	Ablenkungen berechnet.	Unterschiede.
0 Met.	0^m,52	64° 30′	64° 30′	0
1	1 ,52	35 15	35 32	—17′
2	2 ,52	24 00	23 51	+ 9
4	4 ,52	13 40	13 37	+ 3
8	8 ,52	7 30	7 18	+12
16	16 ,52	3 40	3 47	— 7

Die Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung fallen so vollständig innerhalb der Gränze der Beobachtungsfehler, dafs man das Princip der Rechnung nicht anders als für strenge richtig halten kann.

Wir fügen hier noch zwei analoge Reihen hinzu, eine gemacht mit einem Elemente *A*, und die andere mit einem Elemente *B*:

Hinzugefügte Drahtlänge.	Beobachtete Ablenkung	Tangenten der Ablenkung oder Intensitäten.	Länge des Elements oder Widerstands.
	Element *A.* — Kupferdraht.		
0 Met.	62°	1,880	
5	40 20′	0,849	4^m,11
10	28 30	0,543	4 ,06
40	9 45	0,172	4 ,03
70	6 00	0,105	4 ,14
100	4 15	0,074	4 ,09
		Mittel	4^m,08
	Element *B.* — Voriger Kupferdraht.		
0 Met.	54° 30′	1,400	
5	24 00	0,674	4^m,64
10	24 20	0,452	4 ,77
40	8 30	0,150	4 ,80
70	5 10	0,090	4 ,81
100	3 40	0,064	4 ,71
		Mittel	4^m,75

Vergleich zwischen Beobachtung und Rechnung.

Gesammtlängen.	Ablenkungen.		Unterschiede.
	Beobachtet.	Berechnet.	
	Plattenpaar *A.*		
4,08	62° 0′	62° 0′	
9,08	40 20	40 18	+ 2′
14,08	28 30	28 41	—11
44,08	9 45	9 56	—11
74,08	6 0	5 57	+ 3
104,08	4 15	4 14	+ 1
	Plattenpaar *B.*		
4,75	54° 30′	54° 30	
9,75	34 0	34 15	—15
14,75	24 20	24 20	0
44,75	8 30	8 27	+ 3
74,75	5 10	5 6	+ 4
104,75	3 40	3 37	+ 3

Eine grofse Zahl anderer Reihen, gemacht mit Dräh-ten von verschiedener Natur, führte zu demselben Resultat, d. h. zu dem allgemeinen Gesetz: *dafs die Intensität des Stroms von einer einfachen Kette* (einem Element) *sich umgekehrt verhält, wie die wahre Länge der Kette.*

Analoge Versuche zeigten, dafs der Widerstand des Elements oder die ursprüngliche Länge der Kette ausgedrückt wird durch Längen, die proportional sind dem Querschnitt und der Leitungsfähigkeit des Drahtes, welcher die scheinbare Länge der Kette bildet.

Es folgt daraus, dafs die Intensität des von einem Plattenpaar erzeugten Stromes ausgedrückt wird durch die allgemeine Formel:

$$\frac{csr + cs}{csr + l},$$

worin c die Leitungsfähigkeit des Bogens der Kette, s sein Querschnitt, l seine scheinbare Länge und r der Widerstand des Elements für einen Bogen, dessen Leitungsfähigkeit und Querschnitt zur Einheit angenommen sind.

Daraus, dafs die beobachtete Intensität des Stromes sich umgekehrt wie die wahre Länge der Kette verhält, kann man den wichtigen Schlufs ziehen, *dafs der von einer einfachen Kette erzeugte Strom einen constanten elektro-dynamischen Effect auszuüben vermag.* Denn der an der Magnetnadel beobachtete Effect wird nur durch einen Bruchtheil der wahren Länge der Kette erzeugt, und wenn man die wahre Länge der Kette z. B. verzehnfacht, so wird dieser Bruch zehn Mal kleiner, während man zugleich eine zehnfach geringere Intensität erhält. Es ist also einleuchtend, dafs man in beiden Fällen *gleiche Intensität* beobachten würde, wenn man unter denselben Umständen und unter denselben Bedingungen die vollen Längen der Ketten auf die Magnetnadel einwirken lassen könnte.

Die-



Dieser Satz ist durchaus fundamental für die Theorie, weil er zeigt, dafs die unbekannte Modification, welche den Strom ausmacht, einer Bewegungsgröfse gleich zu achten ist, die wesentlich constant bleiben mufs, wie grofs auch die Masse ist, auf welche sie sich verbreitet. Wenn man demnach die beiden Pole eines Volta'schen Elementes mit einem Draht von einem Meter oder von 1000 Metern Länge verbindet, so geht in dem einen und dem anderen Falle nicht mehr und nicht weniger Elektricität durch denselben. Die durchgehende Menge bleibt constant, und blofs von der Menge abhängig, welche das Element, oder überhaupt die Elektricitätsquelle für sich liefert.

4) *Abgeleitete Ströme.* — Berührt man mit den beiden Enden eines Drahts zwei Punkte eines Bogens, welchen ein Strom durchläuft, so ist klar, dafs an diesen beiden Punkten, welche *Ableitungspunkte* heifsen mögen, eine Theilung des Stromes stattfinden wird. Ein Theil des Stromes fährt fort, wie vorhin, seinen Weg durch den Bogen zu nehmen, ein anderer aber durchläuft den angelegten Draht seiner ganzen Länge nach. Dieser letztere Theil heifse *abgeleiteter Strom;* der dagegen, welcher den alten Bogen zwischen den Ableitungsquellen durchläuft, *theilweiser Strom;* ferner heifse der Strom, welcher vor und nach den Ableitungspunkten die Kette durchläuft, *Hauptstrom*, und endlich der Strom, welcher, ehe die Ableitung gemacht wurde, durchging, *ursprünglicher Strom.*

Mittelst der *Tangentenbussole* und der *Sinusbussole* wurden die Intensitäten des abgeleiteten, des theilweisen und des Haupt-Stromes gemessen, und dadurch folgende allgemeine Gesetze aufgefunden:

1) Sobald eine Ableitung gemacht wird, nimmt der ursprüngliche Strom an Intensität zu; also ist der Hauptstrom immer stärker als der ursprüngliche Strom.



2) Die Intensität des abgeleiteten Stromes ist proportional dem gegenseitigen Abstand der Ableitungspunkte.

3) Bei gleichem Abstande verhält sich diese Intensität umgekehrt wie der Querschnitt und die Leitungsfähigkeit desjenigen Theils vom Bogen, wo die Ableitung gemacht ist.

4) Die Summe der Intensitäten des theilweisen Stromes und des abgeleiteten Stromes ist gleich der Intensität des Hauptstroms.

Aus diesen und den vorhin aufgestellten Gesetzen ergeben sich für die Intensitäten x, y, z des Hauptstromes, des theilweisen und des abgeleiteten Stromes folgende Formeln:

$$x = \frac{T(pk+1)}{pk+1-n}$$

$$y = \frac{Tpk}{pk+1-n}$$

$$z = \frac{T}{pk+1-n}.$$

T ist die Intensität des ursprünglichen Stromes; n der Bruch, der den gegenseitigen Abstand der Ableitungspunkte im Verhältnifs zur gesammten Länge der Kette ausdrückt; k die Länge des Ableitungsdrahtes im Verhältnifs zur gegenseitigen Entfernung der Ableitungspunkte; p das Verhältnifs des Querschnitts des Hauptdrahtes zum Querschnitt des Ableitungsdrahtes, diese Querschnitte reducirt, wenn die Leitungsfähigkeit verschieden ist.

5) *Versuche mit einer Säule von sechs Elementen und allgemeine Formeln für die Intensität der Säulen.* — Sechs Elemente, wie die zu den vorigen Versuchen angewandten, wurden eingerichtet, und die Intensität und der Widerstand einer jeden einzeln auf die angegebene Art untersucht. Die folgende Tafel enthält die Resultate dieser Versuche:

No. d. Elemente.	Drahtlänge, hinzugefügt d. Elemente.	Beobachtete Ablenkungen.	Tangenten oder Intensitäten.	Widerstände.
1.	0m	69° 00′	2,600	0m,00
	5	43 20	0,943	2 ,85
	10	30 00	0,577	2 ,85
	40	11 00	0,194	3 ,20
			Mittel	2m,97
2.	0m	66° 30′	2,300	0 ,00
	5	43 00	0,933	3 ,41
	10	29 40	0,570	3 ,35
	40	10 40	0,188	3 ,55
			Mittel	3m,44
3.	0m	67° 40	2,434	0 ,00
	5	42 30	0,916	3 ,02
	10	29 40	0,570	3 ,05
	40	10 20	0,182	3 ,23
			Mittel	3m,10
4.	0m	67° 00	2,355	0m,00
	5	42 30	0,909	3 ,19
	10	29 40	0,570	3 ,19
	40	10 20	0,182	3 ,35
			Mittel	3m,25
5.	0m	68° 00	2,475	0m,00
	5	43 20	0,943	3 ,08
	10	30 30	0,589	3 ,18
	40	11 00	0,194	3 ,40
			Mittel	3m,21
6.	0m	64° 00	2,050	0m,00
	5	41 00	0,869	3 ,68
	10	28 40	0,548	3 ,64
	40	10 00	0,176	3 ,75
			Mittel	3m,69.

Mithin hatten diese Elemente beinahe gleiche Kraft; nur das sechste war von merklich geringer Kraft.

Es wurden hierauf alle diese Elemente zu einer Säule von sechs Elementen vereinigt. Die Intensität dieser Säule war so grofs, dafs sie Platindraht von $\frac{1}{4}$ Millimeter Dicke und 20 Centimeter Länge zum Glühen brachte.

Man liefs ihren Strom durch die Tangentenbussole gehen, und erhielt dann mit demselben Kupferdraht, der zur Untersuchung des Widerstandes der einzelnen Elemente gedient hatte, folgende Resultate:

Hinzugefügte Drahtlänge.	Beobachtete Ablenkungen.	Tangenten der Ablenkungen.	Widerstände.
0	68° 30'	2,538	
5	63 20	1,991	18m,20
10	58 30	1,632	19 ,03
40	39 00	0,810	18 ,01
70	28 00	0,532	18 ,56
100	21 30	0,394	18 ,38
		Mittel	18m,43.

Wenn man sechs Elemente zu einer Säule von eben so vielen Elementen an einander reiht, so hat der von dem einen Element erzeugte Strom nicht blofs die Leiter des Apparates, sondern auch die fünf andern Elemente zu durchlaufen, und er mufs demnach proportional der Drahtlänge, die den Widerstand dieser Elemente repräsentirt, schwächer werden. Will man also die Intensität dieses Elementes, sobald es einen Theil der Säule ausmacht, kennen lernen, so mufs man sie berechnen nach der wahren Länge des neuen Bogens, welchen ihr Strom durchläuft. Gleiches gilt von den übrigen Elementen. Macht man diese Rechnungen und addirt die so berechneten individuellen Intensitäten der sechs Elemente, so findet man alle beobachteten Intensitäten wieder, sowohl

für die Säule allein, als für die verschiedenen Bogen, bestehend aus der Säule und dem 5m, 10m, 40m, 70m, oder 100m langen Draht.

Durch Verallgemeinerung dieser Resultate gelangt man zu der folgenden Formel, welche die Intensität einer Säule durch die Intensitäten ihrer einzelnen Elemente ausdrückt:

$$\frac{r_1 t_1 + r_2 t_2 + \ldots\ldots\ldots + r_n t_n}{r_1 + r_n + \ldots r_2 - (n-1)a + l}$$

r_1, r_2 . . r_n sind die Widerstände der einzelnen Elemente; t_1, t_2 . . t_n die Intensitäten derselben; a die Länge des Drahts, welche den Widerstand der Bussole vorstellt; in dem vorhergehenden Versuch war $a = 0^m,26$; l die Länge des dem Bogen der Säule hinzugefügten Drahts.

Die für ein einzelnes Element bewiesenen Sätze finden demnach ihre Anwendung auch auf eine Säule von beliebig vielen Elementen, und man kann also auch mit Wahrheit sagen: *daſs die Intensität einer Säule sich umgekehrt verhält wie die Länge ihres Weges (circuit) und daſs eine Säule fähig ist einen constanten elektrodynamischen Effect hervorzubringen.*

Dieſs Resultat erklärt, was man Spannung der Säule nennt; denn wenn man ein Element mit groſsen Flächen macht, dessen Intensität durch T, und dessen Widerstand durch R bezeichnet wird, und der Strom dieses Elements muſs eine Länge l des vorhergehenden Drahts durchlaufen, so wird seine Intensität seyn:

$$\frac{RT}{R+l}.$$

Nun wäre es leicht diesem Elemente eine so groſse Oberfläche zu geben, daſs, wenn man $l = 0$ machte, seine Intensität T gröſser würde als die einer Säule aus n kleineren Elementen; allein wenn man l einen selbst sehr kleinen Werth ertheilt, nimmt seine Intensität im Allgemeinen in einem auſserordentlichen Verhältnisse ab,

während die Intensität der Säule fast constant bleibt. Damit also ein Element in dieser Beziehung mit einer Säule verglichen werden könnte, müßten R und T zugleich sehr groß seyn, was durch einige sehr kräftige chemische Actionen verwirklicht werden kann, wenn man überdieß einige andere Bedingungen erfüllt.

6) *Versuche mit mehren, Pol an Pol gereihten Elementen.* — Zur Bestimmung des Intensitätsgesetzes der Ströme mehrer Elemente, die Pol an Pol gereiht sind, und folglich ein einziges Element (eine einfache Kette) mit großer Oberfläche bilden, wurden die Elemente A und B, deren individuelle Intensitäten S. 287 angeführt sind, mit ihren gleichnamigen Polen verbunden. Die Resultate waren dann folgende:

Elemente A und B zur einfachen Kette verbunden.

Hinzugefügte Drahtlängen.	Ablenkungen.	Tangenten.	Widerstände.
0m	73° 0′	3,270	
5	45 0	1,000	2m,20
10	30 30	0,589	2 ,20
40	9 30	0,167	2 ,15
70	5 40	0,100	2 ,20
100	4 0	0,070	2 ,20
		Mittel	2m,20.

Bei diesem Versuche muſs man annehmen, daſs das Element B eine Ableitung in dem Strome des Elements A mache, und daſs umgekehrt A eine Ableitung in dem Strome von B hervorbringe. Mithin ist die Intensität des Stromes, der durch die Bussole geht, die Summe beider partiellen Ströme. Berechnet man sie so nach dem im Paragraph über die abgeleiteten Ströme gegebenen Formeln (S. 290), so erhält man Resultate, die in folgender Tafel mit der Beobachtung verglichen sind:

Hinzugefügte Drahtlänge.	Beobachtete Ablenkungen.	Tangenten.	Berechnete und durch die Summe d. partiellen Ströme gegebene Intensitäten.		Untersch.
0m	73° 00′	3,276	1,400 1,880	3,28	−3′
5	45 00	1,000	0,425 0,577	1,002	−5
10	30 30	0,589	0,253 0,337	0,590	−3
40	9 30	0,167	0,070 0,095	0,165	+7
70	5 40	0,0992	0,0432 0,0577	0,1009	−6
100	4 00	0,0700	0,0303 0,0407	0,071	−3

Also auch in diesem Falle addiren und superponiren sich gewissermafsen die individuellen Ströme beider Elemente, ohne irgend eine besondere Modification zu erleiden. Diefs Resultat ist in mehr als einer Beziehung merkwürdig; denn es zeigt, dafs ein Draht, der von einem Strome durchlaufen wird, noch eben so fähig ist, einen zweiten Strom aufzunehmen, selbst wenn dieser aus einer Quelle von geringerer Spannung herstammt. Diefs beweist abermals, dafs die Ströme als Bewegungsgröfsen angesehen werden müssen, und dafs man die Elektricitätsleiter nicht als Röhren betrachten darf, die eine Flüssigkeit durchlassen, und desto mehr Widerstand darbieten, als sie länger sind, so dafs die Flüssigkeit an Geschwindigkeit oder Menge abnehme, und gezwungen sey, entweder nach der Quelle zurückzufliefsen oder wenigstens sich daselbst in gröfserer Menge anzuhäufen.

Die Versuche führen zu folgender allgemeiner Formel für die Intensität des Stroms, der von mehren, zu einer einfachen Kette vereinigten Elementen erzeugt wird:

$$\frac{r_1 r_2 r_3 \ldots r_n(t_1+t_2+t_3+\ldots t_n)}{r_1 r_2 r_3 \ldots r_n + l(r_2 r_3 \ldots r_n + r_1 r_3 \ldots r_n + \ldots)}.$$

Für den Fall, dafs alle Elemente gleiche Intensität und gleichen Widerstand darböten, würde die Formel:

$$\frac{nr^n t}{r^n + nlr^{n-1}} \text{ oder } \frac{nrt}{r+nl}.$$

Mithin ist für $l=0$ die Intensität nt.

Sobald man aber dem Bogen der blofsen Elemente eine Drahtlänge l hinzufügt, die dem $n$fachen des Widerstandes r eines der Elemente gleichwerthig ist, wird die Intensität:

$$\frac{nt}{1+n^2},$$

d. h. in diesem Fall nimmt sie sehr rasch mit vermehrter Anzahl der Elemente ab, so rasch, dafs die Intensität eines einzigen Elements zehn Mal gröfser seyn würde als die Intensität einer Säule von zehn Elementen.

7) Die Gesammtheit der in dieser Abhandlung enthaltenen Versuche führt als Endergebnifs zu folgenden zwei allgemeinen, und ihrer Einfachheit wegen merkwürdigen Gesetze:

1) *Eine Elektricitätsquelle vermag einen constanten elektro-dynamischen Effect hervorzubringen, von welcher Natur und Gröfse auch der von ihrem Strom durchlaufene Metallbogen seyn mag.*

2) *Wenn mehre Elektricitätsquellen vereinigt werden, so addiren und superponiren sich ihre Effecte, ohne einander zu modificiren.*

Schon sehr vervielfältigte Versuche berechtigen auch zu dem Glauben, dafs eine Elektricitätsquelle eine *constante Wärmemenge* zu erzeugen vermöge, und dafs es möglich sey aus den Wärmemengen, oder aus den Mengen des geschmolzenen Eises die durch Säulen, oder durch chemische Reactionen, oder überhaupt durch Elektricitätsquellen gelieferten *Elektricitätsmengen* zu berechnen.

VII. *Ueber die relative Messung thermo-elektrischer Quellen und über die Elektricitätsmengen, welche zur Zersetzung von einem Gramm Wasser, so wie zur Hervorbringung von mehr oder weniger starken Erschütterungen unter festgesetzten Umständen erforderlich sind; von Hrn.* Pouillet.

(*Compt. rend. T. V p.* 785. — Ein vom Verfasser gemachter Auszug der Abhandlung.)

1) Vergleich der thermo-elektrischen mit den hydro-elektrischen Quellen.

Alle thermo-elektrischen Quellen können unter sich verglichen werden, nach den Gesetzen, die in einer im J. 1831 der Academie übergebenen Abhandlung entwikkelt sind. Alle hydro-elektrischen Quellen lassen sich mit einander vergleichen, nach den Gesetzen, die ich in einer am 20. Febr. 1837 der Academie überlieferten Abhandlung (nämlich der vorhergehenden. *P.*) auseinandergesetzt habe.

Es blieb noch übrig, diese beiden Arten von elektrischen Quellen, die, obwohl denselben Gesetzen unterworfen, doch in Natur und Eigenschaften so verschieden sind, hinsichtlich ihrer relativen Intensität mit einander zu vergleichen. Um diefs zu erreichen, wandte man folgendes Verfahren an: Man disponirte auf eine zweckmäfsige Weise einen Platindraht von 0,144 Millimeter Dicke und 200 Meter Länge aus einem Stück. Man bestimmte den Widerstand einer gewöhnlichen Wollaston'schen Säule von 12 Plattenpaaren, und leitete deren Strom durch die pyrometrische Bussole [1]) und

1) Annalen, Bd. XXXIX S. 567.

durch ein so langes Stück des Platindrahts, dafs die Ablenkung in der Bussole auf 16° zurückgeführt wurde. Die gesammte Länge der hydro-elektrischen Kette betrug nun 180 Meter Platindraht. Hierauf leitete man durch dieselbe Bussole einen thermo-elektrischen Strom, erzeugt durch eine Wismuth-Kupfer-Quelle, der, die Bussole mit begriffen, eine Länge von 21 Metern an 1 Millimet. dickem Kupferdraht durchlaufen mufste. Die Abweichung war, bei einem Temperaturunterschied von 42°,4 C., gleichfalls 16°. Die Leitungsfähigkeit des Kupferdrahts dieser Kette war 6,5 gegen die des Platindrahts. Aus diesen Angaben ergiebt sich leicht, dafs die Intensität der hydro-elektrischen Kette 113924 Mal so grofs war, als die eines Wismuth-Kupfer-Elements, das durch einen Temperatur-Unterschied von 1° angeregt wird, und einen 21 Meter langen Bogen von 1 Millimeter dickem Kupferdraht hat.

Diefs Verfahren kann in allen Fällen angewandt werden; nur wird es eben so verschiedene Resultate ergeben, als man verschiedene Quellen anwendet. Mithin können alle elektrische Quellen auf eine und dieselbe Einheit zurückgeführt werden, und ich weise nach, wie sich diese Einheit ihrerseits auf die Intensität des Erdmagnetismus beziehen läfst, und wie sie (die letztere Intensität) für die Messung elektrischer Quellen eine eben so unveränderliche Einheit werden kann, als es die Grade des Thermometers für die Messung der Temperaturen sind.

2) Relative Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten und Metalle.

Das Leitungsvermögen der schlechtst leitenden Metalle ist immer noch so ungeheuer stark gegen das der best leitenden Flüssigkeiten, dafs man noch keinen genauen Vergleich zwischen beiden hat anstellen können, obwohl dieser Vergleich eins der wesentlichsten Elemente

in der Theorie der Elektricität ausmacht. Diese Untersuchung wurde auf folgende Weise vorgenommen. Es wurde zuvörderst durch eine grofse Anzahl Versuche ermittelt, dafs, bei Flüssigkeiten wie bei Metallen, die Leitungsfähigkeit im umgekehrten Verhältnifs der Länge und im geraden des Querschnitts steht, sobald nur bei der Flüssigkeitssäule die Länge wenigstens fünf bis sechs Mal die Breite übertrifft. Daraus folgt, dafs die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten streng mit der der Metalle vergleichbar ist. Diefs vorausgesetzt, wurde als Flüssigkeit eine gesättigte Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd von 15° bis 16° C. Temperatur genommen, um sie mit einem 200 Meter langen Platindraht zu vergleichen. Zu dem Ende leitete man den Strom einer Säule durch die pyrometrische Bussole und durch eine Säule von Kupfervitriollösung von 1 Meter Länge und 20 Millimeter Durchmesser. Die Ablenkung betrug 22°. Hierauf leitete man denselben Strom durch einen Platindraht von solcher Länge, dafs die Ablenkung wiederum 22° betrug. Es ergab sich, dafs dazu der Platindraht 132 Meter lang genommen werden mufste.

Aus diesen Angaben ist leicht zu folgern, dafs die Leitungsfähigkeit des Platins:

2516680

Mal so grofs ist, als die der gesättigten Kupfervitriollösung [1]). In Bezug auf die Leitungsfähigkeit dieser Lösung ist die des metallischen Kupfers folglich mehr als 16 Millionen, und die des Palladiums mehr als 30 Millionen.

Die Kupfervitriollösung verliert an Leitungsfähigkeit, so wie sie sich vom Sättigungspunkt entfernt, doch aber nicht sehr rasch, wie man aus nachstehender Tafel ersieht:

1) Die Zahl ist offenbar zu grofs, oder vielmehr die Leitungsfähigkeit der Kupfervitriollösung zu gering geschätzt, da der Verfasser nicht auf den Widerstand des Uebergangs Rücksicht genommen hat. *P.*

	Leitungsfähigkeit.
Kupfervitriollösung, gesättigt	1,00
dito, verdünnt mit 1 Vol. Wasser	0,64
dito, - - 2 - -	0,44
dito, - - 4 - -	0,31.

Immer die Leitungsfähigkeit der gesättigten Kupferlösung gleich Eins gesetzt, ist die

der gesättigten Zinkvitriollösung	0,417
des reinen Wassers	0,0025
Wasser mit $\frac{1}{1000}$ Salpetersäure	0,015.

Bei den Versuchen, aus denen obige Resultate gezogen wurden, stand Kupfer in der Kupfervitriollösung, und Platin in dem reinen oder gesäuerten Wasser.

3) Erforderliche Elektricitätsmenge zur Zersetzung von 1 Gramm Wasser.

In einem Strome von unveränderlicher Intensität sind die circulirenden oder sich bewegenden Elektricitätsmengen offenbar proportional der Dauer der Strömung, d. h. in der doppelten Zeit bewegt sich eine doppelte Menge von Elektricität. Um zu erfahren, ob in einem solchen Strom die Elektricitätsmenge auf die Hälfte reducirt sey, wenn die elektro-magnetische Intensität desselben nur halb so grofs ist, verfuhr man folgendermafsen: Man verfertigte einen Mechanismus, durch welchen die Kette sehr oft in einer Secunde geöffnet und geschlossen, der Strom also eben so oft unterbrochen und wieder hergestellt werden konnte [1]). Die Dauer der Unterbrechungen war genau der Dauer der Wiederherstellungen gleich. Bei nicht sehr zahlreichen Unterbrechungen erfuhr die Bussolnadel Oscillationen; allein sobald die Unterbrechungen auf 140 bis 150 in der Secunde stiegen, blieb die Nadel unbeweglich, wie wenn ein ununterbrochener Strom auf sie einwirkte. Sie zeigte nun eine Intensität

1) Also eine Art Blitzrad (s. Annal. Bd. XXXVI S. 352).

an, genau halb so grofs als die ursprüngliche. Von diesem Augenblick an blieb sie fortwährend unbeweglich, und zeigte unausgesetzt die halbe Intensität an, selbst als die Unterbrechungen auf 3000 in einer Secunde stiegen.

Wenn nun z. B. 1000 Schliefsungen und 1000 Unterbrechungen in der Secunde statt haben, kann man annehmen, dafs die Elektricität, welche während jeder Schliefsung übergeht, in zwei gleiche Theile zerfalle, von dem einer zurückgelegt wird, um während der nächsten Unterbrechung überzugehen. Man würde sonach einen continuirlichen Strom haben, bei welchem blofs in einer Secunde die Hälfte der Elektricität des ursprünglichen Stromes überginge, und weil die von der Bussole angegebene Intensität auch nur die Hälfte der ursprünglichen Intensität ist, so ist man berechtigt anzunehmen, dafs die Menge der Elektricität proportional sey der Intensität des Stromes. Hat man also zwei Ströme, erzeugt durch irgend welche Quellen, so braucht man nur ihre relativen Intensitäten zu beobachten, um auch die Messung der sie bedingenden Elektricitätsmengen zu haben, und weil ein und dieselbe Elektricitätsquelle Ströme giebt, deren Intensitäten im umgekehrten Verhältnifs der Länge des Bogens und im geraden Verhältnifs des Querschnitts und der Leitungsfähigkeit stehen, so folgt noch daraus, dafs ein und dieselbe Elektricitätsquelle unausgesetzt veränderliche und nach diesen nämlichen Gesetzen veränderliche Elektricitätsmengen giebt.

Um nun die Intensitäten oder *Spannungen* der Quellen unter einander zu vergleichen, nenne man *Quellen von gleicher Intensität oder gleicher Spannung* diejenigen, die innerhalb desselben Kreises Ströme von gleicher Intensität hervorbringen, und dann wird eine Quelle die doppelte oder dreifache Spannung einer anderen haben, wenn sie, in demselben Kreise, Ströme von doppelter oder dreifacher Intensität hervorbringt,

wohl verstanden, dafs es sich hier um den ganzen Kreis oder die ganze Kette handelt, darin die Quelle selbst und deren Widerstand mit inbegriffen, berechnet nach dem Gesetz der Leitungsfähigkeit.

Aus diesen Definitionen folgt:

1) Dafs die Spannung einer jeglichen Quelle unabhängig ist von der Gröfse der Elemente (Plattenpaare).

2) Dafs in jeglicher Säule die Spannung immer gleich ist der Summe der Spannungen aller Quellen oder aller Elemente der Säule.

Nimmt man als Spannungseinheit die Spannung einer thermo-elektrischen Wismuth-Kupfer-Quelle bei einem Temperaturunterschied von 100° C., und als Einheit der Elektricitätsmenge diejenige Menge, welche diese Quelle in einem Bogen von einem 20 Meter langen Kupferdraht, dessen Querschnitt und Leitungsfähigkeit zur Einheit angenommen sind, innerhalb einer Minute giebt, so folgt endlich, dafs die Spannung T irgend einer Quelle, und die Elektricitätsmenge Q, welche diese Quelle in einer Minute in Bewegung setzt, gegeben sind durch folgende Gleichungen:

$$T = \frac{20}{L'} \cdot \frac{1}{b} \cdot \frac{\sin D'}{\sin D} \; ; \qquad Q = \frac{1}{b} \cdot \frac{\sin D'}{\sin D} \, .$$

Hierin ist D die Ablenkung, die durch den zur Einheit angenommenen Strom in irgend einer Bussole hervorgebracht wird. D' ist die Ablenkung, welche der zu messende Strom in irgend einer anderen Bussole hervorbringt, und das Verhältnifs der Empfindlichkeit dieser Bussole zu der vorigen ist $\frac{1}{b}$. Endlich ist L' in Metern die Länge des Bogens, welchen der Strom der auf ihre Spannung zu messenden Quelle zu durchlaufen hat, der Bogen ausgedrückt in Kupferdraht von dem Querschnitt 1 und der Leitungsfähigkeit 1.

Um nun die zur Zersetzung von einem Gramm Wasser erforderliche Elektricitätsmenge zu finden, bleibt zu



beweisen, dafs diese Menge constant sey, d. h. unabhängig von der Intensität des Stroms. Dieser, von Herrn Becquerel schon bei der Zersetzung des salpetersauren Kupfers aufgestellte Satz [1]) findet sich für Wasser bestätigt durch verschiedene Reihen von Versuchen, ähnlich der in folgender Tafel aufgestellten:

No. des Versuchs.	Flüssigkeit.	Metall der Pole positiver Pol.	Metall der Pole negativer Pol.	Zeit zur Entwicklung von 2 C. C. Wasserstoffgas.	Ablenkung der Nadel.	Sinus der Ablenkung oder Intensität.	Product aus d. Intensität in d. Zeit.
1	*A*	*P*	*P*	498″	5° 50′	0,1016	50,60
2		-	-	510	5 40	0,0987	50,34
3	*B*	-	-	725	4 00	0,0697	50,53
4		-	-	728	4 00	0,0697	50,74
5		-	-	919	3 10	0,0552	50,73
6	*C*	-	-	417	6 50	0,1190	49,62
7		-	-	423	6 45	0,1175	49,70
8		*K*	-	251	11 20	0,1965	49,32
9		-	-	247	11 30	0,1994	49,25
10		-	-	247	11 30	0,1994	49,25
11		*Z*	-	239	12 00	0,2080	49,71
12		-	-	258	11 00	0,1908	49,21
13		*P*	-	684	4 10	0,0724	49,50
14	*D*	-	-	77	40 00	0,6428	49,50

A bedeutet destillirtes Wasser mit Schwefelsäure, *B* dieselbe Flüssigkeit, verdünnt mit gleichem Volum destillirten Wassers, *C* gewöhnliches Wasser mit Schwefelsäure, *D* verdünnte Schwefelsäure, *P* Platin, *K* Kupfer, *Z* Zink.

Diese Tafel zeigt in der That, dafs unter sehr verschiedenen Umständen, und bei Intensitäten, die von 1 bis 12 schwankten, die zur Entwicklung von 2 Kubikcentimeter Wasserstoffgas erforderliche Zeit beinahe constant ist; und diefs beweist, dafs die Elektricitätsmenge,

1) Siehe den folgenden Aufsatz. *P.*

welche diese Wirkung hervorbrachte, ebenfalls beinahe constant ist. Zur Bestimmung des Werthes dieser Elektricitätsmenge Q:

$$\frac{1}{b}=17,3\ ;\ \sin D'=0,1001\ ;\ \sin D=0,6510,$$

diefs giebt $Q=2,665$, und da der Versuch $20'' - 8''$ gedauert hat, so wird diese Menge $=22,208$, als Einheit dabei die in einer Minute übergehende, angenommen.

Daher ist zur Entwicklung von 2 C.C. Wasserstoffgas und also zur Zersetzung von 1 Gramm Wasser eine Elektricitätsmenge erforderlich, die ausgedrückt wird durch:

13787,

d. h. eine Menge, die 13787 Mal gröfser ist als die, welche in einer Wismuth-Kupferkette von 10 Meter langem und 1 Meter dickem Kupferdraht, bei 100° Temperaturunterschied an den Löthstellen, in einer Minute übergeht.

Diese Zahl reicht hin, um die zu jeder anderen chemischen Zersetzung erforderliche Elektricitätsmenge auszudrücken, weil, nach dem von Hrn. Faraday entdeckten und von Hrn. Becquerel bestätigten so merkwürdigen Gesetz, die Zahlen, welche die chemischen Aequivalente der verschiedenen Substanzen vorstellen, auch die wägbaren Mengen dieser Substanzen ausdrücken, welche durch Einen Strom, und folglich durch Eine Elektricitätsmenge zersetzt werden.

4) Intensitäten, die zur Hervorbringung mehr oder weniger starker elektrischer Schläge erforderlich sind.

Die physiologischen Effecte wurden gemessen mit einer sehr empfindlichen Bussole, deren Multiplicator 240 Windungen hatte. Die Ellipse der nächsten Windungen der Nadel hatte eine grofse Axe von 10 Centimetern und eine kleine von 2 Centimetern.

Zuvörderst wurde ermittelt, dafs der Strom, der von einer Hand zur andern überging, wenn beide Hände benäfst

näfst und in Quecksilber getaucht waren, eben so geschwächt wurde, wie wenn er einen 11 Lieues langen Kupferdraht von 1 Millimeter Dicke durchlaufen hätte, und dafs der Strom, welcher an einer und derselben Hand von einem Finger zum andern, wenn diese Finger benäfst und bis zur Hälfte oder zum Drittel des ersten Gliedes in Quecksilber getaucht waren, überging, eine gleiche Schwächung erlitt, wie beim Durchgang durch ein 77 Lieues langes Stück desselben Kupferdrahts.

Hierauf verglich man die elektrischen Intensitäten, die zur Hervorbringung der schwächsten noch wahrnehmbaren Erschütterungen und der unerträglichsten erforderlich waren, und fand, dafs, bei gleichbleibenden Communicationen, diese Intensitäten sich wie 1 : 18 oder 1 : 20 verhielten.

Die Eigenthümlichkeiten dieser Erschütterungen, ihre wachsende Intensität vom ersten Fingergliede bis zum Handgelenk und Ellbogen, schienen durch blofse Betrachtung der Leitungsfähigkeit und der Theilung der Elektricität zwischen den verschiedenen organischen Leitern leicht erklärlich.

Alle diese Beobachtungen lassen schliefsen, dafs das elektrische Fluidum seine Effecte fühlbar macht, nicht vermöge der Summe der ausgeübten Actionen, sondern vermöge der Intensität der individuellen Actionen auf jede der Fibern, welche zur Aufnahme und Fortpflanzung seiner Eindrücke bestimmt sind, und dafs es in dieser Beziehung auf ähnliche Art wirkt wie das Licht.

5) Untersuchung der mechanischen Bedingungen zur Bewegung der Elektricität, und daraus hervorgehendes allgemeines Princip.

In der Unmöglichkeit, hier in eine Untersuchung dieser Bedingungen einzugehen, mag es genügen, die vier dieses Princip ausdrückenden Propositionen hinzustellen.

Proposition I. Der Strom erzeugt sich nicht auf

eine continuirliche Weise, sondern mit Intermittenzen, deren Dauer, obwohl immer äufserst kurz, dennoch immer abhängig ist von der Spannung der Quelle, von der Länge, dem Querschnitt und der Leitungsfähigkeit der Kette.

Proposition II. Jede Intermittenz besteht aus zwei Perioden, eine, welche man die Periode der Decomposition oder Polarisation, und eine andere, welche man die Periode der Recomposition oder Depolarisation nennen kann.

Proposition III. Die Polarisation kommt in einer gegebenen und veränderlichen, doch immer ungemein kurzen Zeit zu Stande, und zwar nothwendig in der ganzen Kette bevor die Depolarisation eintreten kann. Diese Polarisation scheint eine Art Zersetzung durch Einflufs (*decomposition par influence*) zu seyn, welche auf jedes Molecül, oder allgemeiner auf jedes elektrische Element ausgeübt wird. Die Dauer der Polarisation ist, wenn die polarisirende Kraft dieselbe bleibt, proportional der Länge der Kette und der Menge der polarisirten Flüssigkeiten; sie steht aber zur Elektricitätsleitung der Kette im umgekehrten Verhältnifs, und ist unabhängig von der Gröfse des Querschnitts derselben.

Proposition IV. Die Wiederzusammensetzung ist dauerlos und gleichzeitig, d. h. sie geschieht in Bezug auf die zur Polarisation oder Zersetzung erforderlichen Zeit in einer unmefsbaren Zeit, und zwar gleichzeitig zwischen allen elektrischen Elementen der Kette, die vorher polarisirt seyn mufsten.

Sobald die Wiederzusammensetzung geschehen ist, tritt, wenn die Ursache fortwirkt, die Polarisation bei allen Elementen der Kette wieder ein, und wenn sie überall eine gleiche und den besonderen Umständen der Quelle und der Kette angemessene Stärke erlangt hat, folgt ihr abermals eine Wiederzusammensetzung und so fort.

VIII. *Beschreibung und Gebrauch der elektromagnetischen Wage und der Säule von constanten Strömen; von Hrn.* Becquerel.

(*Compt. rend. T. IV p.* 35. — Auszug.)

Bis jetzt besitzt man nur zwei Mittel, um die Ströme hinsichtlich ihrer Intensität mit einander zu vergleichen. Das erste besteht darin, dafs man eine Magnetnadel in gleichem Abstande von einem Leitdrahte, den Ströme von ungleicher Intensität durchlaufen, eine gegebene Zeit lang schwingen läfst, und darauf nach der Formel für das Pendel die Intensität eines jeden Stromes berechnet. Das zweite erfordert den Gebrauch des Multiplicators.

Beide Methoden erlauben nicht die Zurückführung der Intensitäten eines Stromes auf ein gemeinsames leicht zu verschaffendes Maafs, was doch immer beim Studium der Wirkung von Kräften das Ziel seyn mufs.

Ich habe die elektro-magnetischen Effecte eines Stromes durch Gewichte zu vergleichen gesucht. Der dazu bestimmte Apparat hat folgende Einrichtung. Man nehme eine Probirwage, die noch für ein Bruchtheil eines Milligramms einen Ausschlag giebt, hänge an jedes Ende des Balkens, mittelst einer senkrechten Stange, eine Schale und einen Magnetstab, mit dem Nordpol nach unten, und befestige darunter, durch ein schickliches Gestell, zwei Glasröhren von solcher Weite, dafs die beiden Magnete hineintreten können, ohne die Wände zu berühren. Um jede dieser Röhren wickle man einen mit Seide besponnenen Kupferdraht, so dafs zehn tausend (*dix mille*) Windungen gebildet werden. Nachdem man die Magnete in die Axe dieser Windungen gestellt hat, leite man durch dieselben einen elektrischen Strom. Betrachten wir zunächst das eine Draht-

gewinde. Klar ist, dafs der Magnetstab, und damit auch der ihn tragende Arm des Wagbalkens sich heben oder senken wird, je nach der Richtung des Stroms. Richten wir nun das zweite Gewinde so ein, dafs die Bewegung des Wagbalkens in gleichem Sinne geschieht, wenn der Strom den Draht durchläuft, und setzen darauf die beiden Gewinde mit einander in Gemeinschaft, so werden sich ihre Wirkungen auf die Magnete nothwendig addiren [1]).

Einige Beispiele werden eine Vorstellung von dem Gebrauch dieses Apparates geben. Nachdem ich eine Zink- und eine Kupferplatte, jede von 4 Quadratcentimetern Oberfläche, genommen hatte, und mit den beiden Gewinden in Gemeinschaft gesetzt hatte, tauchte ich sie gleichzeitig in 10 Grm. destillirten Wassers. Die Wage schlug aus, und es mufsten zur Herstellung des Gleichgewichts 2,5 Milligrm. in eine der Schalen gelegt werden. Die Magnetnadel eines in die Kette gebrachten Multiplicators mit kurzem Draht wurde 60° abgelenkt. Nach Hinzufügung eines Tropfens Schwefelsäure waren 35,5 Milligrm. zur Herstellung des Gleichgewichts

1) Ich erlaube mir hiebei zu bemerken, dafs Hr. Baron v. Wrede, nach einer mir in diesem Frühjahr gemachten mündlichen Mittheilung, schon vor längerer Zeit nach ähnlichen Grundsätzen einen Multiplicator construirt hat, der manche Vorzüge vor den bisher bekannten besitzt. Dieser Multiplicator besteht aus einem an einem Faden hängenden horizontalen Holzbalken, an dessen beiden Enden, rechtwinklich gegen die Längenaxe des Balkens und ebenfalls horizontal, zwei Magnetstäbe von gleicher Stärke in entgegengesetzter Lage befestigt sind. Die Magnetstäbe, die vermöge dieser Einrichtung ein astatisches System darstellen, sind, senkrecht gegen ihre Axe, auf einem Theil ihrer Länge mit Drahtwindungen umgeben, die mit der Elektricitätsquelle in Verbindung gesetzt werden. So wie durch die Drahtwindungen ein elektrischer Strom geleitet wird, schieben sich in ihnen nothwendig die Magnetstäbe in der einen oder andern Richtung fort, und der Betrag dieser Verschiebung wird an einem Gradbogen abgelesen. Ein Vorzug dieses Multiplicators besteht darin, dafs zu den Windungen [illegible] ringe Drahtlänge erforderlich ist. *P.*

erforderlich. Die beiden Ströme standen also ungefähr in dem Verhältnifs 1 zu 14.

Ich versuchte hierauf das Verhältnifs zwischen Strömen von Säulen, die mehr oder weniger Elemente enthielten, in Gewichten zu bestimmen. Bei einer Säule aus 40 Elementen, geladen mit Wasser, das $\frac{1}{60}$ Schwefelsäure, $\frac{1}{20}$ Kochsalz und einige Tropfen Salpetersäure enthielt, waren 615 Milligramm zur Herstellung des Gleichgewichts erforderlich, woraus folgt, dafs die Intensitat dieses Stroms zu der des Stroms einer einfachen Kette in dem Verhältnifs $17\frac{1}{2} : 1$ stand.

Zur Messung thermo - elektrischer Ströme dienten ähnliche Drahtgewinde, nur dafs sie hier aus zwei Lagen von Windungen bestanden. Ich machte hievon eine Anwendung zur Messung der Temperaturen in den verschiedenen Hüllen der Flamme einer Weingeistlampe, und zwar mittelst zweier Platindrähte, die ungleichen Durchmesser hatten und mit einander verbunden waren. Die Temperaturen fanden sich gleich 1310°,98; 913°,24; 743°,50.

Die in meiner Abhandlung angeführten Beispiele beweisen, wie leicht man durch Wägung die Intensität von Strömen, erzeugt durch Elektricität von starker und schwacher Spannung, mit einander vergleichen kann.

Beabsichtigt man die fortdauernde Wirkung einer Kraft zu messen, so mufs man vor allem dieser Kraft eine constante Intensität zu geben suchen. Nun ist aber der Strom einer gewöhnlichen Säule und selbst einer einfachen Kette beständigen Schwankungen ausgesetzt, die nicht gestatten, seine Wirkungsweise der Rechnung zu unterwerfen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, haben wir eine Säule construirt, die einen Strom giebt, dessen Intensität innerhalb 24 Stunden, und selbst innerhalb 48 Stunden keine merkbare Veränderung erleidet.

Vor einigen Jahren beschrieben wir einen sehr ein-

fachen Apparat, welcher die Eigenschaft besitzt, einen Strom zu erzeugen, der in der angezeigten Zeit sich nur wenig verändert. Er besteht aus zwei Glasbechern, von denen der eine concentrirte Salpetersäure, und der andere concentrirte Kalilauge enthält. Beide Becher sind verbunden mit einander durch eine gekrümmte Glasröhre, die mit sehr feinem, mit einer Kochsalzlösung getränktem Thon gefüllt ist. In den Becher mit Alkali taucht eine Goldplatte, in den andern eine Platinplatte. Setzt man beide Platten durch einen Multiplicator in Gemeinschaft, so beobachtet man einen ziemlich starken Strom, hervorgehend aus der Einwirkung der Säure auf das Kochsalz und Kali. Die Goldplatte nimmt vom Alkali die negative Elektricität, die Platinplatte von der Säure die positive.

Um das Maximum der Effecte zu erhalten, muſs man bei der Construction dieses Apparates Folgendes erwägen. Wäre es möglich, alle Elektricität, die sich bei der Verbindung einer gegebenen Menge Säure mit einer verhältniſsmäſsigen Menge Alkali entwickelt, in einen Strom zu verwandeln, so würde dieser Strom seinerseits alles gebildete Salz zu zersetzen vermögen. Wenn es also bei der Reaction einer Säure auf ein Alkali gelingt, einen ziemlich starken Antheil der entwickelten Elektricität aufzufangen, so erhält man einen Strom, der stark genug ist, Zersetzungen hervorzubringen.

Um diese Bedingung zum Theil zu erfüllen, nehme man zwei Platinröhren, jede an einem ihrer Enden gekrümmt, um dieses Ende in eine Glasröhre zu stecken. Eine dieser Platinröhren fülle man mit Thon, der mit Salpetersäure getränkt ist, die andere mit Thon, der mit einer Kalilösung getränkt ist, und die verbindende Glasröhre mit Thon, der mit Kochsalzlösung getränkt ist. Die unteren Enden der Platinröhren sind mit stark durchlöcherten Platindeckeln verschlossen. Die den mit Säure getränkten Thon enthaltende Röhre taucht man in Salpeter

säure, die andere in Kalilösung. Um den Uebergang der Elektricität aus dem Thon zu den Wänden der Röhren zu erleichtern, mengt man dem Thon eine gewisse Menge gepülverten Platins bei, was seine Leitungsfähigkeit erhöht.

Hierauf befestigt man Platindrähte an den Enden der gekrümmten Arme, um den Strom in die Körper zu leiten. Durch Vereinigung mehrer solcher Apparate hat man eine Säule von constanten Wirkungen.

Ein einziges dieser Elemente erfordert 8,5 Milligrm., damit die Wage nicht ausschlage. Ein in die Kette gebrachtes Galvanometer mit kurzem Draht gab zugleich eine Ablenkung von 79°. Ich zeige in meiner Abhandlung, dafs die Wirkungen dieser Säule in langer Zeit nicht merklich schwanken. Diese Beständigkeit ist leicht zu erklären. Man weifs nämlich, dafs die zersetzenden Metallplatten, welche einen Theil einer Volta'schen Kette ausmachen und in eine Lösung tauchen, sich so polarisiren, dafs ein dem ersten entgegengesetzter Strom erzeugt wird. Die Polarisation jeder dieser Platten besteht in der Ablagerung einer Substanz, die durch den Strom zu ihrer Oberfläche geführt ist, und, was ihre Natur betrifft, von der Lage dieser Platte in Bezug auf die Enden der Säule abhängt. So lange diese Substanz mit der Platte in Berührung bleibt, giebt es einen Strom von entgegengesetzter Richtung mit dem ursprünglichen; wenn aber die Substanz von einer Flüssigkeit umgeben ist, die eine starke Verwandtschaft zu ihr hat, so verbindet sie sich mit ihr, und augenblicklich ist die Platte depolarisirt. Genau dieses geschieht in den Elementen der von uns beschriebenen Säule; das Alkali, welches zur negativen Platte geführt worden ist, verbindet sich sogleich mit der umgebenden Säure, und die auf die positive Platte abgesetzte Säure wird durch das umgebende Alkali neutralisirt.

Ich bin in einiges Detail über die elektro-chemi-

schen Effecte der Polarisation zersetzender Platten eingegangen, wenn sie zur Fortführung der Ströme dienen, die von Apparaten von constanten Strömen, bestehend aus 1, 2, 3, 4 Elementen, erzeugt werden. Ich habe hierauf das Resultat der von mir mit dem beschriebenen Apparat angestellten ersten Versuche auseinandergesetzt, um die Beziehungen zwischen den Verwandtschaften der chemischen Kräfte festzusetzen. Seit Hrn. Faraday's Entdeckungen über die Bestimmtheit und Ausdehnung der elektro-chemischen Zersetzung wissen wir, dafs die chemische Kraft eines Stroms geradezu proportional ist der darin bewegten Elektricitätsmenge. Gestützt auf diesen Satz, ist es ihm geglückt, die Aequivalente der Körper zu bestimmen; allein bei seinen Versuchen hat er abgesehen von der absoluten Intensität der Kraft, die in jedem Augenblick wirkt. Diese Lücke habe ich mit meinen Apparaten auszufüllen gesucht.

Seit langer Zeit hat man beobachtet, dafs diejenigen Elemente, welche mit der gröfsten Kraft zusammenhalten, am leichtesten durch den Strom zersetzt werden, und dafs die Elemente, welche sich nur vermöge einer schwachen Verwandtschaft vereinigen, am wenigsten der zersetzenden Wirkung der störenden Elektricität gehorchen. Es scheint daraus zu folgen, dafs alle zusammengesetzten Körper unter dem Einflufs des Stroms vermöge der ihre Elemente verbindenden Verwandtschaftskraft zersetzt werden. Könnte man also eine Beziehung zwischen der Intensität dieser Ströme und der Affinität aufstellen, so würde man ein Mittel haben, die letzteren zu messen.

Bei Untersuchungen dieser Art mufs man auf folgende Beobachtungen Faraday's Rücksicht nehmen: 1) dafs die elektrischen Kräfte bestimmt sind, wie die chemische Wirkung der Elektricität; 2) dafs eine bedeutende Menge von strömender Elektricität eine nur sehr geringe Menge von Substanz zersetzt: 3) dafs das elektrische Agens blofs zur Ueberwältigung der elektro-chemischen

Kräfte angewandt wird, woraus folgt, dafs die strömende Elektricität wenigstens der gleich ist, welche die getrennten Molecüle besitzen; und 4) dafs die Theorie der bestimmten Proportionen mit der der elektro-chemischen Verwandtschaft im vollkommenen Einklange steht, woraus sich ergiebt, dafs man die äquivalenten Theile der Körper als Volume betrachten kann, die gleiche Elektricitätsmengen enthalten, oder wenigstens gleiche elektrische Kräfte besitzen. Die Atome der Körper, welche in ihrer gewöhnlichen chemischen Action einander äquivalent sind, besitzen also gleiche Elektricitätsmengen vereinigt mit sich.

Folgendes sind die ersten Versuche, welche ich zur Lösung der mich beschäftigenden Aufgabe angestellt habe.

Leitet man einen unveränderlichen Strom in zwei ungleich concentrirte Lösungen eines Salzes mit reducirbarer Basis, so ist die Menge des zersetzten Salzes durchaus dieselbe in beiden Lösungen. Ich nahm 2,8 Grm. trocknen salpetersauren Kupferoxyds, löste es in 10,3 Grm. Wasser, und verdünnte eine Hälfte der Lösung mit einem gleichen Volum Wasser. Von den beiden Kupferdrähten, welche in die beiden negativen Schenkel tauchten, wog jeder 0,3385 Grm. Nach 48stündiger Dauer der Versuche wogen diese Drähte 0,36 Grm.; sie hatten also 0,0215 Grm. an Gewicht zugenommen. Die Intensität des Stroms, welche diese Wirkung gethan, ward durch 5 Milligrm. ausgedrückt.

Als die Intensität des Stroms auf die Hälfte reducirt wurde, betrug die Menge des in 48 Stunden reducirten Kupfers 0,01, d. h. halb so viel, wie im vorhergehenden Versuch.

Als derselbe Draht und dieselben Lösungen 48 Stunden lang die Wirkung eines Stromes, der 3 Milligrm. aufwog, ausgesetzt wurden, erhielt man 0,012 Milligrm. Kupfer. Vergleicht man die Menge des in beiden Versuchen reducirten Kupfers, so findet man sie genau den

Intensitäten des Stromes proportional. Aehnliche Versuche wurden mit Lösungen von salpetersaurem Silber bei verschiedenen Concentrationen dieser Lösungen und verschiedener Intensität des Stromes angestellt. Die Mengen des reducirten Metalles waren genau den Intensitäten des Stromes proportional, wenn, was eine unerläfsliche Bedingung ist, die Quelle constant blieb.

Diese Resultate gehen aus den Beobachtungen des Hrn. Faraday hervor, allein zwischen seinen Resultaten und den meinigen ist der Unterschied, dafs er von der absoluten Intensität des Stromes absieht, während ich sie in Rechnuug nehme. In einer anderen Abhandlung werde ich die Vortheile, welche man aus der Einführung dieses neuen Elementes in die elektro-chemischen Untersuchungen ziehen kann, auseinandersetzen.

Mittelst der elektro-magnetischen Wage, und indem wir Lösungen von verschiedenen Metallen der Wirkung eines und desselben Stromes von bekannter Intensität aussetzten, haben wir zu ermitteln gesucht, in welchem Verhältnifs die Mengen des reducirten Metalles stehen. Drei Lösungen, die eine von Kupfer, die zweite von Silber, und die dritte von Zink, wurden in die Kette gebracht. Die Lösungen befanden sich in U-förmigen Röhren, und jede derselben stand an der negativen Seite mit einer Platinplatte, und an der positiven Seite mit einer Platte von dem in der Flüssigkeit gelösten Metall in Berührung. Sie wurden der Wirkung eines Apparates von zwei mit Platincylindern bereiteten Gliedern ausgesetzt. Die Resultate waren folgende:

Die Intensität des Stromes hielt 5,5 Milligrm. das Gleichgewicht. Nach 24 Stunden waren gefällt an Silber 0,305, an Kupfer 0,090 und an Zink 0,0925 Milligramm. Diese Mengen verhalten sich aber zu einander wie die Atomgewichte der drei Metalle: denn man hat 305 : 90 :: 108 (Atomgewicht des Silbers) : 31,8 statt 31,6 (Atomgewicht des Kupfers), eben so 305 : 92,5 ::

108 : 32,8 statt 32,5 (Atomgewicht des Zinks, wie es Faraday gefunden). Man sieht also, daſs der Apparat von constantem Strom, wenn er auch nur aus zwei Gliedern besteht, mit Hülfe der elektro-magnetischen Wage erlaubt, das Atomgewicht der Metalle zu finden, und die Metallmenge, welche einer gegebenen Stromstärke entspricht, zu bestimmen.

Zusatz. In dem eben erschienenen 5. Bande von Hrn. Becquerel's *Traité de l'Eléctricite* findet sich eine Abbildung der elektro-magnetischen Wage, welche zum besseren Verständniſs der Beschreibung in Fig. 8 Taf. IV wieder gegeben ist. *ff* ist der Wagbalken, *p*, *p'* sind die Schalen, *a*, *a'* die Magnetstäbe, *cc* und *c'c'* Kupferplatten, welche die mit Draht umwundenen Glasröhren tragen, und durch die Stellschrauben *vv*, *v'v'* eingestellt werden.

IX. *Bemerkung über die Theorie des Windes; von John Dalton.*

Vor 44 Jahren publicirte ich (wie aus meiner Meteorologie 1793 und 1834 ersehen werden kann) eine Theorie der Passatwinde etc., wie die, welche Hr. Dove bekannt gemacht hat. Sie war, wie ich später erfuhr, bereits von G. Hadley im Jahr 1735 publicirt worden. Auffallend ist es, daſs die wahre Theorie so lange unbeachtet geblieben ist. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XI p.* 390.)

X. *Ueber die verschiedenen Theorien des Windes, als Erwiederung auf vorstehende Bemerkung; von H. W. Dove.*

Aus den von mir im März dieses Jahres herausgegebenen meteorologischen Untersuchungen entlehne ich, S. 244, folgende Stelle:

A. Theoretische Betrachtungen.

»So wie wir bei Bacon die erste Wahrnehmung der regelmäfsigen Drehung des Windes fanden, so müssen wir ihn auch als den anführen, der die Momente, auf welche eine Theorie der Passate gegründet werden kann, zuerst, wenn auch nicht richtig, angedeutet hat. »»Die Sache ist gewifs,«« sagt er [1]), »»die Ursache ungewifs. Die könnte es seyn, dafs die Luft wie der Himmel bewegt wird, aufserhalb der Tropen gleichsam unmerklich, wegen der kleineren Kreise, innerhalb merklich, wegen der gröfseren Kreise, die sie beschreibt. Es könnte auch eine andere seyn, die, dafs die Wärme die Luft ausdehnt und nicht an derselben Stelle läfst. Aus der Ausdehnung der Luft entsteht aber nothwendig ein Stofs auf die daneben liegende Luft, wodurch, so wie die Sonne fortrückt, jene Brize erzeugt wird. Deutlicher ist sie unter den Tropen, wo die Sonne brennender, aufserhalb ist sie fast nicht merklich.«« Die erste Erklärung Bacon's hat Galilaei [2]) in die Sprache des Copernicanischen Systems übersetzt vorgetragen; denn es war natürlich, dafs das Zurückbleiben der Luft gegen die Bewegung der Erde damals zur Sprache kom-

1) *Historia ventorum, Oper. ed. p.* 446.

2) *De systemate mundi dialog.* 4, *p.* 421 *ed.* 1700.

men würde, ein Argument, welches denn auch Simplicius, der Vertheidiger des alten Systems im Dialog beibringt. Galilaei nimmt nun noch ein geringes Zurückbleiben an, und erklärt dadurch den Ostwind der Tropen. Die zweite Erklärung Bacon's hat Varenius [1]) näher erörtert. Natürlich ist die Galilaei'sche Ansicht bald verlassen worden, und eben so wenig hat sich die von Descartes angedeutete und von d'Alembert [2]) ausführlich erörterte Theorie, welche dem Einflusse des Mondes die Erscheinung zuschreibt, Eingang verschafft. Mehr ist diefs mit der von Halley [3]) vorgetragenen Erklärung der Fall gewesen, welche, da sie auf falschen Voraussetzungen beruht, wohl nur deswegen besonders berücksichtigt worden ist, weil Halley zugleich mit seiner Theorie eine Menge vortrefflicher Beobachtungen und Bemerkungen über die Passate mittheilte, und die Aufgabe selbst zuerst allgemeiner auffafste, indem er die Passate und die Moussons auf eine gemeinschaftliche Ursache zurückzuführen versuchte. Durch einen bei dem gegenseitigen Entlehnen der Lehrbücher von einander zuletzt sehr verbreiteten Irrthum wird aber aufserdem die richtige Theorie von Hadley [4]), durch eine Namensverwechselung, fast immer unter dem Namen der Halley'schen vorgetragen. Bei dieser, wenigstens in Deutschland, sehr grofsen Verwirrung mag es entschuldigt werden, wenn ich, ehe ich zu der näheren Untersuchung der Erscheinung übergehe, zunächst die Unterschiede beider Theorien auseinandersetze.

1) *Geographia generalis*, *l.* 1 *cap.* 20.

2) *Reflexions sur la cause générale des vents. Berl.* 1746.

3) *An historical account of the Trade-Winds and Monssoons observable in the seas between and near the Tropick, with an attempt to assign the physical cause of the said Winds. Phil. Trans.* 1686, *p.* 152.

4) *The cause of the general Trade-Wind. Ph. Tr.* 1735, 58.



Halley erklärt die Erscheinung der Passate allein durch die wärmende Wirkung der Sonne, Hadley durch dieselbe Ursache, und die unter den verschiedenen Parallelen ungleiche Rotationsgeschwindigkeit der Oberfläche der Erde. Nach Halley würde, wenn von der nördlichen und südlichen Erdhälfte das Zuströmen der Luft durch Wände verhindert würde, zwischen diesen, dem Aequator parallelen Wänden ein reiner Ost entstehen, weil bei der täglichen Bewegung der Sonne die Luft dieser nachströmt, und, da bei jeder Umdrehung sich die Wirkung wiederholt, endlich in ihrer ganzen Masse in continuirliche Bewegung geräth. Da aber in der Wirklichkeit jenes Zuströmen stattfindet, indem die Luft von beiden Seiten des Aequators nach dem Aequator, als dem überhaupt heifsesten Gürtel, drängt, so wird aus dem Ost und Nord auf der Nordhälfte der Erde ein Nordost, aus dem Süd und Ost auf der Südhälfte der Erde ein Südost. Diese Ansicht erklärt also allerdings, warum der untere Passat NO. ist, keinesweges aber, warum der zurückfliefsende obere Strom SW. wird; sie erklärt nicht die Gegend der Windstillen zwischen beiden Passaten [1]), und noch weniger die Südwinde in derselben. Sie ist auch theoretisch höchst unwahrscheinlich; denn es ist unmöglich, dafs die Wirkung der Erwärmung unter dem heifsesten Meridian, wenn wir sie uns als anfangend denken, so lange fortdauere, dafs sie noch um 12 Uhr in der Nacht stattfinden sollte. Ist diefs aber nicht der Fall (wie wir aus der geringen Entfernung, bis zu welcher Land- und Seewinde vom Ufer sich erstrecken, schliefsen können), so wird die heifseste Stelle in den Morgenstunden östlich liegen, also ein Westwind entstehen, ein Resultat, zu welchem auch der

1) Die Windstillen auf der sogenannten Regen- oder Donnersee bei Guinea erklärt Halley, und gewifs richtig, als entstehend zwischen dem durch Afrika abgelenkten Passat und dem weiter von der Küste unmodificirt fortwehenden SO-Passat.

Verfasser der *Recherches physiques et mathématiques sur la théorie des vents reglés. Berl.* 1746. gekommen ist. Es würden also nach Analogie aller Erscheinungen, die von der täglichen Wirkung der Sonne abhängen, zwei entgegengesetzte Wirkungen eintreten, hier ein Ostwind in den Nachmittagsstunden, und ein Westwind in den Morgenstunden.

Ganz anders ist es mit der Hadley'schen Theorie, in welcher die Ablenkung des Nord in Nordost dadurch entsteht, dafs die Luft von langsamer rotirenden Punkten nach schneller sich drehenden kommt. Halley hat das Verdienst, die westlichen Winde an den äufseren Gränzen der Passate als den obern Strom anerkannt zu haben, für seine Conjectur giebt er aber nur einen empirischen Beweis [1]); in Hadley's Theorie hingegen ist ihre Richtung und das Zurückkehren derselben zur Oberfläche eine mechanische Nothwendigkeit, gefordert durch die gleichbleibende Länge des Sterntages [2]). Da nämlich in den unteren Schichten fortwährend weniger bewegte Massen nach Punkten, die stärker bewegt werden, strömen, so wird die Erde dieser Luft immer einen Theil dieser Bewegung durch Reibung mittheilen, und sie würde zuletzt dadurch nothwendig an Rotationsgeschwindigkeit verlieren müssen, wenn nicht die zurückströmende Luft, als SW. die Oberfläche berührend,

1) *By a kind of circulation, the NE-Trade-Wind below will be attended with a SW. above, and the SE. below with a NW. above; that this is more than a bare conjecture, the almost instantaneous change of the Wind to the opposite Point, which is frequently found in passing the limits of the Ttade-Winds, seems to assure us.*

2) *The NE. and SE-Winds within the Tropicks must be compensated by as much NW. and TW. in other Parts, and generally all Winds from any one Quarter must be compensated by a contrary Wind some where or other; otherwise some Change must be produced in the motion of the Earth round its Axis.*

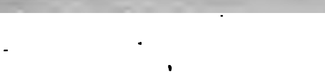
dieser denselben Impuls im Sinne ihrer Rotation wiedergäbe, welchen sie von der Erde erhalten hat. Diese Bemerkung Hadley's beweist, wie klar er sich des Princips seiner Theorie bewufst war, und es ist daher zu bedauern, dafs er, durch unrichtige Nachrichten über die Richtung der Passate bei ihrem Begegnen verleitet, hier nicht seine Theorie consequent verfolgt hat, eine Lücke, welche neuerdings durch Basil Hall [1]) ergänzt worden ist.

Um die Unterschiede der verschiedenen Theorien schärfer hervortreten zu lassen, wollen wir annehmen, die Erde sey ein unter dem erwärmenden Einflusse der Sonne rotirender gerader Cylinder. Nach der Halley'schen Theorie würden die Passate noch NO. und SO. bleiben, nach der Hadley'schen hingegen, da kein Unterschied der Rotationsgeschwindigkeit vorhanden wäre, N. und S. werden, nach der älteren Galilaei'schen hingegen ein Ost entstehen. Die Passate im Sinne der Halley'schen Theorie würden auf der feststehenden Erde, um welche sich die Sonne bewegte, eben so stattfinden, als auf der um die feststehende Sonne bewegten Erde; im Sinne der Halley'schen Theorie ist ihre Richtung aber ein Beweis für die Drehung der Erde. Was aber die von Basil Hall gegebene Ergänzung betrifft, so ist sie folgende:

Da die Meridiane in der Nähe des Aequators parallel werden und in 10 Grad Entfernung von demselben sich nur wenig einander zuneigen, so wird der Unterschied der Rotationsgeschwindigkeit des Parallels von 10 Grad und des Aequators nur gering seyn. Bezeichnet man nämlich die letztere mit 1000, so erhält man folgende Verhältnisse:

Brei-

3) *The Trade-Winds in Fragments of Voyages and Travels second Series, Vol. I p.* 163. *Lond.* 1832.



Breite	0°	10°	20°	30°	40°
Rotationsgeschwindigkeit	1000	985	940	866	766
Unterschied		15	45	74	100

Breite.	50°	60°	70°	80°	90°
Rotationsgeschwindigkeit	643	500	342	174	0
Unterschied	123	143	158	168	174

Es ist also klar, dafs wenn die Luft sich unter 10° Breite langsam nach dem Aequator hin bewegt, sie durch die Berührung mit dem Boden fast vollkommen die Rotationsgeschwindigkeit desselben annehmen wird. Strömten beide Passate von da an, wo sie entstehen, bis da, wo sie aufhören, mit gleicher Geschwindigkeit fort, so würde die östliche Ablenkung durch Summiren von immer kleiner werdenden Gröfsen beständig wachsen, der Passat also von den Wendekreisen an nach dem Aequator hin aus N. in NO. und zuletzt in Ost übergehen. Da aber da, wo die Luft aufsteigt, die Passate einander entgegenwehend sich gegenseitig stauen, so wird diefs nicht der Fall seyn, und wir werden daher erwarten müssen, in der Nähe des Aequators den in gröfserer Entfernung von demselben bereits fast östlich gewordenen NO-Passat in eine mehr nördliche Richtung übergehen zu sehen, eben so den SO-Passat in eine mehr südliche. Diefs wird natürlich in noch höherem Grade der Fall seyn, wenn ein Passat die Linie wirklich überschreitet, in welchem Falle der SO. aus S. in SW., der NO. aus N. in NW. übergehen wird. Aber auch die so berichtigte Hadley'sche Theorie trifft noch der Vorwurf, dafs sie nur Rechenschaft von den Windverhältnissen der Tropen giebt, dafs sie dort als bedingendes Element das anerkennt, was theilweise in noch höherem Grade aufserhalb der Tropen vorhanden ist. Indem wir die Aufgabe ganz allgemein behandelten, fanden wir, dafs die Erscheinung der Passate und Moussons nur die speciellsten Fälle des Grundphänomens darstellt, welches wir »»das Drehungsgesetz«« genannt haben. Wenn in

dieser Beziehung die Ableitung desselben als der Versuch einer allgemeineren Windtheorie angesehen werden kann, so darf wohl nicht erst bevorwortet werden, dafs dieser Versuch auf einem Gebiete, wo es fast ganz an Vorarbeiten fehlte, nicht darauf Anspruch macht, der Totalität der Erscheinungen in ihrem Detail zu genügen.«

Wenn die eben angeführte Stelle, so wie die Vorrede desselben Buches einerseits zeigt, dafs, weit entfernt Hadley's Verdienste mit Stillschweigen zu übergehen, ich mich vielmehr bemüht habe, sie im Gegensatz anderer Untersuchungen in das rechte Licht zu stellen, so beweist sie andererseits auch augenscheinlich, dafs es mir nicht einfallen konnte, eine Théorie *der Passate* geben zu wollen, da eine *allgemeine* Theorie eben nicht blofs von den Erscheinungen der Tropen, sondern von den Windverhältnissen aller Zonen Rechenschaft zu geben hat [1]). Meine Theorie hat mit der Hadley'schen das gemein oder vielmehr von ihr entlehnt, dafs sie die unter verschiedenen Breiten verschiedene Rotationsgeschwin-

1) In der Abhandlung, auf welche Dalton sich bezieht, diese Annalen, Bd. XXXVI S. 351, heifst es ausdrücklich: »die in dieser Abhandlung entwickelte Ansicht über die Windverhältnisse der gemäfsigten Zone beseitigt, wenn ich nicht irre, den gegen die Theorie der Passate erhobenen Einwurf, dafs der Einflufs der Rotation der Erde dort nicht so bedeutend seyn könne, weil er in höheren Breiten noch stärker seyn müsse als zwischen den Tropen. Der Einwurf ist in der That keiner; denn ich glaube gezeigt zu haben, dafs das, was verlangt wird, wirklich existirt.« Wenn ich Hadley hier nicht nenne, was mir in einem wissenschaftlichen Journal, wo man das Bekannte als bekannt vorauszusetzen gewohnt ist, durchaus unnöthig schien, so sieht man doch unmittelbar, dafs keine andere Theorie als die seinige gemeint seyn kann. Dafs aber Hadley nicht seine Theorie über andere Gegenden ausgedehnt hat, als Halley, ist eben so bekannt, und *in diesem Sinne* sagte ich, wie es auch meine Worte beweisen, dafs seit 150 Jahren kein Schritt weiter zu einer allgemeinen Lösung der Aufgabe geschehen sey.

digkeit als wesentliches Moment bei der Betrachtung der Luftströme geltend macht, sie unterscheidet sich aber von derselben dadurch, dafs sie ein zweites Moment einführt, das nämlich, dafs *vorher ruhende Luftmassen als sich in Bewegung setzend betrachtet* werden, oder mit anderen Worten, dafs eine Gröfse als *veränderlich* eingeführt wird, welche Hadley als constant betrachtet hat. Niemand hat, um an ein bekanntes Beispiel zu erinnern, als Fresnel das Gesetz der Brechung für alle doppeltbrechenden Krystalle gab, demselben den Vorwurf gemacht, dafs er sich das Huyghens'sche Gesetz als seine Entdeckung aneignen wolle, weil, wenn die nach 3 auf einander senkrechten Richtungen verschiedene Elasticität des Mediums nach zwei Richtungen gleichgesetzt wird, seine Wellenfläche in das Ellipsoid von Huyghens sich verwandelt. Hier war aber eben so der specielle Fall lange vorher bekannt und erörtert. Wer durch Betrachtung eines solchen Falles ein Eigenthumsrecht auf den allgemeinen geltend machen will, mufs wenigstens auf die Resultate hinweisen, zu welchen dieser führen kann. Diefs ist aber hier so wenig geschehen, dafs *weder in der Abhandlung von* Hadley *noch in den Meteorogical Essays von* Dalton *auch nur eine Andeutung von dem Drehungsgesetz sich findet.*

Da Hadley's Abhandlung, als in den *Philosophical Transactions* befindlich, allgemein zugänglich ist, von dem Werke von Dalton aber hauptsächlich nur die in Gilbert's Annalen gegebenen Auszüge allgemeiner bekannt sind, so mögen die auf die Windverhältnisse der gemäfsigten Zone bezüglichen Worte Dalton's hier eine Stelle finden (1793 und 1834 ganz identisch):

Thatsachen. 1) Die Winde in der nördlichen gemäfsigten Zone sind veränderlich, aber am häufigsten der SW. und W., und der NO. und O.

2) In den nördlichen und zweifelsohne auch in den

südlichen, gemäfsigten und kalten Zonen sind die Winde stürmischer im Winter als im Sommer.

Theorie. Nach dem, was über die Passate gesagt wurde, könnte man vermuthen, dafs die Winde in der nördlichen gemäfsigten Zone unten zwischen N. und O., oben zwischen S. und W. seyn müssen, fast so regelmäfsig wie die Passate. Bedenken wir aber die Veränderung der Jahreszeiten, die verschiedene Wärmecapacität des Landes und Wassers, die Interferenz und entgegengesetzte Richtung jener beiden Hauptströme, von denen der eine nach einem Centralpunkt strebt, der andere von diesem ausgeht, so könnte man voraussehen, dafs in den gemäfsigten und kalten Zonen gar nichts Regelmäfsiges sich finden werde. Dessen ungeachtet zeigen die Beobachtungen, dafs die Winde in unserer Zone gröfstentheils mit der Richtung eines jener Ströme übereinkommen, d. h. dafs sie irgendwo zwischen N. und O., anderswo zwischen S. und W. fallen, und dafs Winde anderer Richtungen zufällige Varietäten, besonders bei unbeständigem Wetter, sind.«

Wäre Dalton des wahren Grundes dieser Erscheinungen sich bewufst gewesen, so würden sich diese »zufällige Varietäten« in »nothwendige Folgen des Drehungsgesetzes« verwandelt haben, welches er aber nicht gekannt zu haben scheint. Das Vorhandenseyn zweier, unsere Witterungsverhältnisse beherrschender Luftströme, welche ich aus meinen, in Königsberg angestellten Beobachtungen schlofs, mag sich in seinen einfachsten Bestimmungen aber wohl jedem unbefangenen Beobachter dargeboten haben; denn Howard nennt jene Winde so bezeichnend: die wahren Moussons unserer Gegenden, und Aristoles, der in der Meteorologie schon die regelmäfsige Winddrehung mit der Sonne erwähnt, sagt in der Politik: gewöhnlich glaubt man, dafs es nur zwei Staatsverfassungen giebt, wie es von den Winden ge-

sagt wird: die nördlichen nämlich und die südlichen, die anderen aber nur Abschweifungen derselben.

Da ich mir bewufst bin, nie absichtlich das verschwiegen zu haben, was in Beziehung auf Gegenstände, die ich untersuchte, bereits von Anderen bekannt gemacht worden war, so habe ich geglaubt, den Verdacht von mir abwenden zu dürfen, als suchte ich mich in das Besitzthum eines Mannes zu drängen, der zu hoch steht, um von meinem Lobe oder von meinem Tadel erreicht zu werden.

XI. *Ueber die Oxydation der Metalle in der atmosphärischen Luft;*
von P. A. von Bonsdorff.

(Schlufs der Abhandl. Bd. XXXXI S. 293)[1].

Zink.

Dafs Zink seinen metallischen Glanz in der Luft schnell verliert und sich mit einer hell weisgrauen Oberfläche

1) In jener ersten Hälfte der Abhandlung sind folgende Fehler zu berichtigen:
S. 297 Z. 1 soll es heifsen: geschützt vor der Feuchtigkeit der äufseren Luft.
S. 297 Z. 4 statt Chlorkalium l. Chlorcalcium.
S. 298 Z. 12 st. enthält l. enthielt.
S. 299 Z. 2 st. Kohlensäure l. Kohlensäuregas.
S. 300 Z. 8 st. eingestellt l. angestellt.
S. 300 Z. 24 st. 1,3 und 5 l. 1, 3 und 5.
S. 305 in der Anmerk. st. oben l. hier.
S. 311 Z. 2 st. nothwendig l. nothwendige.
Auch ist noch zu bemerken, dafs die Königl. Academie zu Stockholm, aus deren Schriften diese Abhandlung entnommen ist, dieselbe mit dem Lindbohm'schen Preise (einer goldenen Medaille) gekrönt hat. *P.*

bedeckt, ist eine allgemein bekannte Thatsache; doch scheinen die Chemiker von der Entstehung und der Natur dieses Ueberzugs oder dieser Oxydation keine genaue Kenntnifs gehabt zu haben. Berzelius hält dieses Product für ein Suboxyd, andere Chemiker sehen es als ein Oxyd an. Folgendes möchte die Natur desselben näher beleuchten:

Metallisches Zink mit blanker Oberfläche hält sich in trockner Luft ohne alle Veränderung, aber in die Wasserglocke gebracht, läuft es gewöhnlich nach einiger Zeit an, verliert stellenweise seinen Glanz, und wird nach und nach mit einer matten, weifsgrauen Oberfläche bedeckt. Doch eine nähere Untersuchung derjenigen Umstände, unter denen diese Oxydation stattfindet, haben gezeigt, dafs Wassertheilchen, durch eine Temperaturerniedrigung in flüssiger Form auf das Metall gefällt, eigentlich durch Bildung von Oxydhydrat, diese Oxydation hervorbringen [1]), und dafs Zink in einer mit Wassergas gesättigten kohlensäurefreien Atmosphäre sich ohne alle Veränderung erhält. — Um jedoch diejenigen Beobachtungen, worauf sich dieses Factum gründet, deutlich auseinanderzusetzen, bin ich genöthigt mich von meinem Hauptgegenstand etwas zu entfernen, und kürzlich einer anderen Forschung zu erwähnen, zu der ich, bei meinen Beobachtungen über das Verhalten der Metalle gegen Luft und Wasser, geleitet worden bin, und worüber ich in einer besonderen Abhandlung umständlicher Bericht zu erstatten gedenke [2]).

Werden verschiedene Metalle einer mit Wassergas

1) Falls übrigens das Wasser noch vollkommen frei von Kohlensäure ist.

2) Der Hauptinhalt derselben, den ich auf der Versammlung der deutschen Naturforscher in Stuttgart 1834 mitgetheilt, findet sich in dem über diese Versammlung erschienenen Bericht, und in einigen anderen periodischen Schriften. Eine vollständige Uebersicht davon ist in das *L'Institut* für 1835, No. 98, aufgenommen.

gesättigen Atmosphäre ausgesetzt, die durch eine langsam entstandene Abkühlung einen Theil ihres Wassers in Form von Thau fallen läfst, so setzt sich dieser nicht gleichförmig auf alle Metalle ab, sondern die in der nämlichen Luft sich oxydirenden Metalle werden allein mit Wassertropfen bedeckt, während die übrigen sich nicht oxydirenden Metalle frei davon bleiben. So z. B. bedecken sich Arsenik und Blei, nachdem sie erst suboxydirt sind, mit Thautropfen, während Kupfer und Silber vollkommen trocken bleiben. — Ist eins der letztgenannten Metalle allein der feuchten Luft, bei deren Abkühlung, ausgesetzt, so wird es natürlicherweise auch mit Thau bedeckt, ist aber eins der erstgenannten oxydirbaren Metalle gegenwärtig so nimmt blofs dieses den Thau auf; und also kann auf diese Weise das eine Metall gewissermafsen das andere vor den gefällten Wasserdünsten schützen, wenn es in eine gewisse beschränkte Entfernung von dem andern gestellt worden ist. Verschiedene, über dieses Phänomen angestellte Beobachtungen schienen mir anzuzeigen, dafs die Elektricität hiebei eine bedeutende Rolle spiele.

Demgemäfs wurden zwei Metalle so zusammengefügt, dafs sie einen kleinen galvanischen Apparat ausmachten; dergleichen Apparate wurden von verschiedenen Metallen construirt, und darnach in die Wasserglocke gebracht, in welcher die Luft, durch Sonnenschein erwärmt, eine gröfsere Quantität Wassertheilchen auflösen, und bei allmäliger Abnahme der Wärme als Thau absetzen mufste. Das Resultat von diesem Versuche war, dafs das elektro-negative Metall immer, besonders in der Nähe des elektro-positiven, die Thautropfen anzieht, während das letztgenannte Metall vollkommen trocken bleibt. Besteht der galvanische Apparat z. B. aus Silber und Kupfer, so bekommt das Silber die Thautropfen, das Kupfer nicht; ist hinwiederum der Apparat von Kupfer und Zink, so wird allein das Kupfer mit

Thau befeuchtet. — Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, dafs der Wasserdunst, der durch Abkühlung aus der Atmosphäre gefällt wird, eine freie positive Elektricität enthalten mufs, und dafs diese freie Elektricität die Ursache ist, dafs der Thau sich auf die oben erwähnten Körper fällt, dafs ferner die auf der Oberfläche oxydirten Metalle, z. B. Blei, Arsenik, eine Art von galvanischer Kette bilden, in welcher die oxydirte Fläche das elektro-negative Element ausmacht, weshalb denn, bei dem erstgenannten Versuche mit oxydirbaren und nicht oxydirbaren Metallen, die Elektricität die Ursache wäre, dafs ein oxydirtes Metall, z. B. ein angelaufenes Stück Blei, mit Thau bedeckt wird, während ein Stück Kupfer frei davon bleibt.

Ich kehre jetzt zu dem Verhalten des Zinks in feuchter Luft zurück. Wenn man auf diese Weise ein Stück polirten Zinks (z. B. ein in Würfelform gegossenes Stück, wie ich bei meinen Versuchen angewandt habe) auf ein Uhrglas unter die Wasserglocke stellt, und auf rund herum gestellte Uhrgläser mehrere mit Suboxyd angelaufene Bleistücke legt, so nehmen die oxydirten Bleistücke, sobald eine Temperatur-Erniederung erfolgt, allen niedergeschlagenen Thau auf, und das Zinkstück bleibt trokken. Mit einer solchen Vorrichtung habe ich, in einer Zeit von 2 bis 3 Wochen, einen Zinkwürfel vollkommen vor Thau geschützt gehalten, und zugleich dabei gefunden, dafs das Metall sich ohne Oxydation und mit seinem vollen metallischen Glanz erhalten hat, besonders auf eine entscheidende Weise an den senkrechten Flächen, welche natürlicherweise vollkommener vor dem Thau geschützt werden konnten.

Dem Endzweck noch mehr entsprechend ist folgender kleiner Apparat, welchen ich später construirt habe. Eine Glasscheibe, z. B. 1½ Zoll in Quadrat, wird mit einer, ungefähr 6 Zoll langen und beinahe 1 Zoll breiten angelaufenen Bleischeibe, aus gewöhnlichem Roll-

blei geschnitten, solchergestalt umgeben, dafs die Bleischeibe an vier Stellen in einem rechten Winkel, mit einer Seite von 1 $\frac{1}{2}$ Zoll zwischen jedem Winkel, gebogen wird, wodurch sie gleichsam ein auf zwei Seiten offenes Parallelepiped bildet, auf dessen Boden oder Unterseite die Glasscheibe eingepafst ist. Der Zinkwürfel, ungefähr von der Gröfse eines Kubikzolls, wird dann so eingeschoben, dafs er mitten auf der Glasscheibe, ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll von der, auf den drei übrigen Seiten befindlichen, gebogenen Bleischeibe zu liegen kommt, und der ganze Apparat wird auf einer passenden Unterlage in die Wasserglocke gestellt. Hiedurch ist folglich der Zinkwürfel, besonders auch auf der oberen horizontalen Fläche, vor allem Thau geschützt, und dabei doch von der feuchten Luft umgeben, worin er sich mit vollem metallischen Glanz erhält [1]).

Kann dagegen die Kohlensäure, unter Mitwirkung der Luft und des Wassergases, zugleich auf das Zink einwirken, so verliert das Metall sehr schnell seinen Glanz und wird mit einer weifsen erdigen Substanz bedeckt. Folgender Versuch hat dieses Verhalten auf eine entscheidende Weise dargelegt. Der oben beschriebene Thauapparat, auf einen passenden Träger von Glas gestellt, wurde auf eine ebene Glasscheibe gebracht, und mit einer gröfseren tubulirten Glasglocke, die vorher an ihrer inneren Seite mit Wasserdampf beschlagen war, bedeckt, alsdann ihr unterer Rand, mit Talg bestrichen, vollkommen luftdicht gemacht, und kohlensaures Gas ungefähr zu einem Hundertel von dem Gehalt der Glocke durch die Tubulatur eingegossen, welche darauf verschlos-

1) Da destillirtes Wasser gewöhnlich eine Spur von Kohlensäure enthält, auch die Luft nicht frei davon ist, so ist es nöthig eine kleine Portion Aetzkalk auf einem Uhrglase unter die Glocke zu stellen. Auf diese Art habe ich den Zinkwürfel, ohne das geringste Anlaufen, mehrere Monate unter der Wasserglocke erhalten.

sen wurde. Der Wasserdampf vertheilte sich bald in der Glocke und gab der Luft ihren vollen Wassergehalt.

Das Resultat dieses Versuchs war, daſs das Zink in einigen Tagen seinen Metallglanz verlor, und sich mit einer feinen, weiſsen, erdartigen Substanz bedeckte, ohne Zweifel einem Hydrocarbonat von Zinkoxyd, wovon weiter unten mehr. Wurde der Zinkwürfel auf die nämliche Weise in eine Wasserglocke gestellt, worin kohlensaures Gas in etwas gröſserer Quantität eingeleitet wurde, so waren die Flächen der Metalle schon am andern Tage durch Oxydation stark angegriffen.

Diese Versuche scheinen daher schon erwiesen zu haben, daſs dasjenige Anlaufen, welches das Zink in der Luft gewöhnlich erleidet, nicht bloſs von der Einwirkung des Wassergases, sondern auch von der Kohlensäure, nebst der des Sauerstoffs herrührt; damit aber kein Zweifel übrig bliebe, ward noch folgender Versuch angestellt: Eine Zinkplatte, die ungefähr vor einem Jahre rein gescheuert und nachher angelaufen war, wurde in kleine Stücke zerschnitten, und in eine kleine tubulirte Flasche gebracht, woraus eine zwei Mal knieförmig gebogene Röhre in ein Cylinderglas, welches eine klare Auflösung von Bleioxyd in Wasser (s. Bd. 41 S. 307) enthielt und mit einem nicht ganz schliesſsenden Pfropfen bedeckt war. Als mit Wasser verdünnte Schwefelsäure in die tubulirte Flasche gegossen wurde, fing das Bleioxydwasser in wenigen Augenblicken mit der dem Hydrocabonat eigenen, gleichsam fettglänzenden Fällung an unklar zu werden, und zeigte daher, daſs hier Kohlensäure entwickelt wurde. Als die Bleioxyd-Auflösung nach einer Weile, nachdem natürlicherweise die auf der Oberfläche befindliche Substanz als verschwunden angesehen werden muſste, gegen eine frische zweite Auflösung umgetauscht ward, entstand keine deutlich bemerkbare Fällung mehr, wiewohl das entwickelte Was-

serstoffgas durch seinen Geruch die gewöhnliche Anwesenheit des kohlehaltigen Stoffes anzeigte. Daraus ergiebt sich also klar, daſs die weiſsgraue Oberfläche auf dem metallischen Zink kein Suboxyd ist, auch kein Oxyd, sondern kohlensaures Zinkoxyd, oder eigentlich eine Verbindung von Hydrat mit Carbonat, wie sogleich näher gezeigt werden soll.

Läſst man ein frisches Stück Zink mit lufthaltigem Wasser in flüssiger Gestalt einige Zeit in Berührung, so bildet sich Zinkoxydhydrat, dieſs nimmt bald Kohlensäure aus der Luft auf, und so entsteht ein Hydrocarbonat. Um das Hydrat rein zu erhalten, muſs die Kohlensäure ausgeschlossen werden. Wenn auf solche Weise Zink, z. B. in geschnittene Streifen von einer gut polirten Platte, spiralförmig gebogen, so daſs es auf einem beschränkten Raum eine groſse Fläche darbietet, in eine Flasche mit Wasser gebracht, und dann die Mündung mit dem oben beschriebenen, die Kohlensäure abhaltenten, Pfropfen verschlossen wird, so findet man nach Verlauf mehrerer Monate Zinkoxydhydrat, in Form von kleinen Nadeln oder einer weichen Wolle, auf der Oberfläche des Zinks abgesetzt, und meistentheils flockenweise zu kleinen kugeligen oder warzenförmigen Gestalten zusammengruppirt. — Eine Untersuchung dieses, in einer Glocke über Schwefelsäure getrockneten Hydrats hat eine gleiche Zusammensetzung ergeben, als die vorher bekannte, auf anderem Wege erhaltene Verbindung von Wasser mit Zinkoxyd, nämlich 93 Th. Zinkoxyd und 7 Th. Wasser.

Setzt man eine Spirale von Zink, in einem offenen Gefäſse mit Wasser übergossen, dem freien Zutritt der Luft aus, so bedeckt sie sich nach Verlauf von mehreren Wochen oder Monaten, besonders nachdem das Wasser verdampft ist, mit einem rauhen, weiſsen Pulver, welches Kohlensäure, Wasser und Zinkoxyd in demselben Verhältnisse enthält, als die natürlich vor-

kommende, von Smithson analysirte Verbindung, d. h. es ist ein Carbonat mit einem Hydrat verbunden. Die Analyse des auf oben erwähnte Weise gebildeten Pulvers, mit 0,5 Gran angestellt, gab nämlich auf 100 Th.:

Zinkoxyd	71,25
Kohlensäure	14,19
Wasser	14,56 [1]).

Zuletzt mag noch, als Resultat eines angestellten Versuches, angeführt werden, dafs Zink, auch längere Zeit (Jahre lang) unter luftfreiem Wasser aufbewahrt, nicht die mindeste Veränderung erleidet, auch nicht das Wasser zersetzt. Die Angabe, dafs Zink bei gewöhnlicher Temperatur das Wasser zersetze und sich allmälig Wasserstoffgas entwickle, ist daher ungegründet [2]).

Eisen.

Wiewohl das Eisen im Allgemeinen für schnell oxydirbar angesehen wird, so erhält sich doch dieses Metall ganz unverändert, nicht blofs in einer trocknen, sondern auch in einer mit Wassergas gesättigten atmosphärischen Luft; und damit eine Oxydation zur Bildung des Oxydhydrats entstehen soll, müssen nothwendig, aufser dem Sauerstoff der Luft und dem Wasser in Form von Gas, noch andere Ursachen mitwirken.

Bringt man Eisen, als Feilspäne oder in Form von polirten ebenen Stücken, in die Wasserglocke, und in die Nähe derselben ein angelaufenes Bleistück, das den dann und wann abgesetzten Thau aufnimmt, so entsteht, auch innerhalb einer längeren Zeit, z. B. von mehreren Monaten, nicht die geringste Spur von Oxydhydrat, auch keine wasserfreie Oxydation, sondern das Metall behält seinen reinen Glanz unverändert. Und Bemerkenswerth

1) Das natürliche Zinkhydrocarbonat, d. h. die Zinkblüthe, besteht aus 71,5 Zinkoxyd, 13,5 Kohlensäure und 15 Wasser.

2) Siehe Geiger's Handbuch der Pharmacie, Bd. I S. 517.

ist es hiebei, dafs, wenn sogar durch eine schneller entstandene Abkühlung das Blei nicht vermag das Eisen vor dem Thau zu schützen, sondern dieser in Form kleiner Tropfen auf das Eisen sich niederschlägt, doch schwerlich ein Oxydhydrat entsteht, bevor der Thau wieder verdunstet.

Durch diese Beobachtung und die allgemein bekannte Erfahrung, dafs Eisen in einer feuchten Atmosphäre sehr schnell rostet, wurde ich veranlafst folgende Versuche anzustellen:

Zwei eben geschnittene und polirte Eisenstäbe (etwa 5 bis 6 Zoll lang) wurden in Holzstücke eingefafst, neben ihnen, in einem Abstand von ¼ Zoll, etwas längere Bleistücke befestigt, und so in einen Keller gebracht, wo sie vom December bis Juli, also acht Monate, verwahrt wurden. Nach Verlauf dieser Zeit fand sich, dafs das eine Eisenstück sich vollkommen ohne alle Oxydation gehalten, das zweite Stück aber, neben einem in ihm befindlichen Rifs, innerhalb dessen sich natürlicherweise ein Ueberzug von *Oxydum ferroso-ferricum* verborgen befand, einen geringen Beschlag von Oxydhydrat bekommen, sonst aber auch seinen vollen Metallglanz behalten hatte. Vergleichungshalber wurden Eisenstücke, die mit einem gewöhnlichen schwarzen Anlauf von *Oxydum ferroso-ferricum* bedeckt waren, in die Wasserglocke gebracht, wo sich dann nach einer ganz kurzen Zeit Oxydhydrat auf der Oberfläche absetzte.

Diese durch mehrmals wiederholte Versuche bestätigten Resultate, verglichen mit dem was oben über die Fällung der Thautropfen auf oxydirte Metalle gesagt worden ist, scheinen mir daher überzeugend zu beweisen, dafs das Rosten von Eisen mit metallischer Oberfläche, wenn es in einer mit Wassergas gesättigten, sonst aber reinen, Atmosphäre geschieht, von der in den Rissen und Sprüngen befindlichen Oxydschicht herrührt, indem durch eine elektrische Aeufserung zwischen

dem oxydirten und dem reinen Eisen sich die Wassertropfen in Form von Thau um und auf die oxydirten Punkte, als elektro-negativ, sich absetzen, und von da aus die Bildung des Hydrats auch auf das blanke Eisen bewirken.

Außer dieser von der Wirkung der Elektricität hergeleiteten Ursache scheinen aber auch gewisse materielle Stoffe, wenn sie in sehr geringer Menge in der Luft vorhanden sind, dazu beitragen zu können, daſs das Eisen mit einer Kruste oder mit Flecken von Rost bedeckt wird, die, wenn sie auch nicht immer ein vollkommen reines Hydrat enthalten sollten, doch als solche sich dem Auge darstellen. Folgende Versuche sind in dieser Absicht angestellt worden:

1) Unter einer Glasglocke, die auf der inneren Seite mit Wasserdunst beschlagen war, wurden auf eine ebene Glasscheibe zwei Weingläser mit darauf liegenden Uhrgläsern gestellt. Auf das eine Glas wurde ein Stück reinen polirten Eisens gebracht, auf das andere eine höchst unbedeutende Portion gepülverten Schwefeleisens und dicht daneben ein Tropfen verdünnter Schwefelsäure. Die Glocke wurde luftdicht verschlossen, und durch eine kleine Bewegung der Glasscheibe die Schwefelsäure mit dem Schwefeleisen in Berührung gebracht, wodurch sich also Schwefelwasserstoffgas entwickeln muſste. — Das Resultat davon war, daſs das Eisen erstens bald mit einer schwarzgrauen Farbe anlief, und daſs nach einigen Tagen ein rostähnlicher Beschlag auf der Oberfläche sich bildete, wie auch Flecke davon überall auf der unteren Seite.

2) Ein anderer Versuch wurde in einer ähnlichen Vorrichtung mit einem polirten Eisenstück angestellt, so, daſs dasselbe in der feuchten Atmosphäre von einer unbedeutenden Portion Chlorgas umgeben war, das auf gleiche Weise durch einen Tropfen verdünnter Schwefelsäure, in Berührung mit gepulvertem Kochsalz und Braunstein,

entwickelt wurde. Das Resultat war auch hier, dafs das Eisen sich sehr bald mit Rostflecken bedeckte.

3) Ein Versuch mit einem Stück Eisen, das auf ähnliche Weise der Salzsäure ausgesetzt ward, gab ein gleiches Resultat.

4) Ein analoger Versuch wurde mit einem Tropfen Essigsäure oder gewöhnlichem Essig, welcher, von einem Stück Filtrirpapier aufgesogen, sogleich auf das eine Uhrglas unter der Glocke gebracht wurde. Innerhalb weniger Stunden hatte das Eisen überall Punkte von Rost erhalten, die nach 24 Stunden in bedeutender Menge zugenommen hatten. Bisweilen gelingt es, das man solchergestalt eine schöne Krystallisation von Oxydhydrat bekommt, welches sich kreuzweise auf der Oberfläche des Eisens bildet.

5) Ein Stück polirtes Eisen, das, wie das Zink in dem oben beschriebenen Versuch, unter dem kleinen Thauapparat einer mit Kohlensäure gemischten Luft ausgesetzt wurde, schien kein zuverlässiges Resultat darüber zu geben, ob oder in wiefern die Kohlensäure auf vollkommen reines metallisches Eisen irgend eine Bildung von Oxydhydrat zu bewirken vermöge. Ich wenigstens werde das Resultat, bis genauere Versuche es sicherer feststellen, für verneinend halten [1]).

6) Ammoniakgas, unter den nämlichen Umständen auf ein Stück Eisen wirkend, gab ebenfalls ein verneinendes Resultat.

Aus diesen verschiedenen Versuchen und dem was vorher angeführt worden ist, wird man daher als erwiesen ansehen können, dafs das Rosten des Eisens, welches so oft in bewohnten Zimmern und bei verschiede-

1) Spätere Versuche haben vollkommen sicher gezeigt, dafs unter diesen Bedingungen durchaus keine Oxydation oder Bildung des Hydrats stattfindet. — Das Experiment wurde mehrere Wochen fortgesetzt.

nen Einrichtungen des gewöhnlichen Lebens vorkommt, keinesweges von der Feuchtigkeit der Luft, wenn diese auch bis zum Maximum gebracht wäre, entsteht, sondern in Folge oxydirter Punkte an Rissen und Unebenheiten in der Masse des Eisens, welche, vermöge einer Aeufserung der Contact-Elektricität, durch wechselseitige Einwirkung des reinen und des oxydirten Metalls, als elektro-negativ, Wasserdünste aus der Luft in liquider Form niederschlagen, und solchergestalt die Bildung des Oxydhydrats befördern; dafs aufserdem verschiedene, in der Luft zufälligerweise entwickelte gasförmige Körper, z. B. Schwefelwasserstoffgas, flüchtige Säuren, so wie besonders Essigsäure, nebst mehreren anderen Stoffen, unter Mitwirkung des Wassergases in der Luft, das Rosten des Eisens hervorbringen, bisweilen vielleicht als secundäres oder tertiäres [1]) Product, bisweilen vielleicht blofs als Resultat einer disponirenden (katalytischen) Wirkung des fremden Körpers.

Cadmium.

Wiewohl dieses Metall selten vorkommt und die Einwirkung der Atmosphäre auf dasselbe auch selten in Betracht kommen kann, so verdient doch bemerkt zu werden, dafs Cadmium in einer mit Wassergas gesättigten Atmosphäre sich unverändert hält, und im lufthaltigen Wasser mit einem hell weifsgrauen Pulver bedeckt wird, das aller Wahrscheinlichkeit nach ein Hydrat ist. Dafs aufserdem die weifsgraue Substanz, mit der sich Cadmium in der Luft mit der Zeit überzieht, Kohlensäure enthält, habe ich, durch Reaction auf Bleioxydwas-

1) Z. B. bei der Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas bildet sich natürlicherweise erst Schwefeleisen, welches sich bald zu schwefelsaures Salz oxydirt, dieses zersetzt sich nachher und läfst basisches schwefelsaures Eisenoxyd als einen rostförmigen Beschlag zurück.



wasser, auf die beim Zink angegebene Weise auch gefunden.

Kupfer.

Dasselbe erleidet keine Veränderung in einer mit Feuchtigkeit gesättigten atmosphärischen Luft; auch in lufthaltigem Wasser von flüssiger Gestalt scheint Kupfer kaum, oder wenigstens äufserst schwach, eine Oxydation zu erleiden. Eine Wassermasse von mehreren Zoll Höhe, worin einige Spiralen von Kupfer gelegt und mit Papier bedeckt waren, ward mehrere Monate hindurch in gewöhnlicher Temperatur bis zu gänzlicher Eintrocknung stehen gelassen. Das Metall fand sich auf dem gröfsten Theil seiner Oberfläche rein und blank, blofs nach unten zu zeigte sich ein schwacher schwarzgrauer Umlauf. Dünnes Kupferblech, das zum Theil in Wasser tauchte, zum Theil aus dessen Oberfläche hervorragte, und unter einer Glocke einer mit Kohlensäure vermischten Luft ausgesetzt ward, erhielt nach Verlauf mehrerer Wochen einen schwarzgrauen Anlauf, und auch in geringerer Quantität einen bläulichgrünen Beschlag. — Dieses alles scheint zu beweisen, dafs feuchte Luft ohne alle Einwirkung auf metallisches Kupfer ist, und dafs lufthaltiges Wasser in flüssiger Gestalt auch von geringem oder keinem Einflusse sey, wenn nicht Kohlensäure, vielleicht auch andere flüchtige Körper zugleich einwirken.

Die Resultate der vorstehenden Untersuchung möchten zuletzt kürzlich in folgende Hauptpunkte zusammengefafst werden können.

1) Kein Metall oxydirt sich bei gewöhnlicher Temperatur in einer vollkommen trocknen atmosphärischen Luft.

2) In einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft oxydiren sich von den bekannteren oder allgemeiner vorkommenden Metallen blofs Arsenik und Blei. Die Oxydation wird durch Wärme erleichtert, und die Producte davon

sind Suboxyde. Weder Zink noch Eisen können unter diesen Umständen oxydirt werden.

3) In einer feuchten Luft, die zugleich Kohlensäure enthält, läuft das Zink an, und bedeckt sich mit einer kohlensaures Zinkoxyd enthaltenden Substanz. Der gewöhnliche weifsgraue Beschlag auf dem erwähnten Metalle ist weder Suboxyd, noch Oxyd, sondern ein Hydrocarbonat von Zinkoxyd.

4) In Berührung mit Wasser in flüssiger Gestalt, unter Einwirkung der atmosphärischen, aber kohlensäurefreien Luft bilden sich im Allgemeinen Oxydhydrate von Wifsmuth, Blei, Zink und Eisen. Auf Wifsmuth aber bildet sich aufserdem unter verschiedenen Umständen auch ein schwarzgraues Suboxyd (?) und ein gelbes Oxyd, und auf Blei in besonderen Fällen ein Suboxyd und ein rothes Superoxyd.

5) Auf Arsenik bildet sich unter den eben erwähnten Verhältnissen, oder bei Einwirkung von Luft mit Wasser in flüssiger Gestalt (die Kohlensäure mag ausgeschlossen seyn oder nicht) immer *arsenichte Säure.*

6) Das Eisen, welches mit reiner metallischer Oberfläche in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft sich vollkommen ohne Oxydation hält, erlangt doch, unter diesen Umständen, an Rissen und anderen oxydirten Punkten, leicht Flecke von Oxydhydrat, und zwar vermöge einer elektrischen Action zwischen dem oxydirten und reinen Metalle. Aufserdem bringen auch fremde, in sehr kleinen Quantitäten in der Luft befindliche Substanzen, z. B. Schwefelwasserstoff, Essigsäure, Chlor u. s. w. sehr schnell den Rost hervor.

7) Die Kohlensäure in der Luft bewirkt, unter Einwirkung zugleich von Wasser in flüssiger Gestalt, die Bildung der Hydrocarbonate von Blei, Zink und Wismuth. Ist das Blei vorher suboxydirt, so entsteht weder ein Hydrat noch ein Hydrocarbonat.

XII. *Ueber Antimon-Wasserstoffgas und die davon abhängige Unsicherheit des neuerlich von James Marsh entdeckten Verfahrens zur Entdeckung des Arseniks in mehreren wichtigen Fällen; von C. H. Pfaff in Kiel.*

Die chemischen Lehrbücher haben bis jetzt das Daseyn einer *gasförmigen* Verbindung des Antimons mit dem Wasserstoff gänzlich ignorirt. In den neuesten derselben von Gmelin, Berzelius u. A. findet sich nur eine ganz kurze und als zweifelhaft hingestellte Angabe einer *starren* Verbindung des Antimons mit dem Wasserstoff zu einer Art von Hydrure, wenn nämlich in dem Kreise einer Volta'schen Säule Antimon als negativer Zuleiter in Anwendung gebracht wird. Ein Zufall führte mich zu der Entdeckung, dafs es ein dem *Arsenik-Wasserstoffgase* ganz ähnliches *Antimon-Wasserstoffgas* giebt. Die grofse Aehnlichkeit des Antimons mit dem *Arsenik* und *Phosphor*, welche beide mit dem Wasserstoff gasförmige Verbindungen eingehen, hätte längst darauf leiten sollen.

Als ich in dem 2. Hefte des XXIII. Bandes der Annalen der Pharmacie den höchst interessanten Aufsatz von James Marsh mit den lehrreichen Zusätzen von J. Liebig: Beschreibung eines Verfahrens u. s. w., S. 207, gelesen [1]), war ich sehr begierig durch eigene Versuche mich von der Richtigkeit dieses so eleganten und einfachen Verfahrens, das Arsenik zu entdecken, zu überzeugen. Es wurden daher, ganz nach der Methode von Marsh, Versuche mit weifsem Arsenik, mit Arseniksäure, mit Fowler's Tropfen, mit Gemengen von weifsem Arsenik und verschiedenen Nahrungsmitteln, Getränken und

1) Vergl. das vorige Heft, S. 159. *P.*

thierischen Flüssigkeiten angestellt, und die Resultate ganz so erhalten, wie James Marsh und J. Liebig sie angeben. Meine Ueberraschung war grofs, als ich fast verschwindende Quantitäten von weifsem Arsenik die bestimmten schwarzen oder grauschwarzen Flecken von metallischem Arsenik auf eine Porcellanfläche absetzen sah. Es wurde gerade in meinem Laboratorium *Brechweinstein*, nach der in der *Pharmacopoea Slesvico-holsatica* vorgeschriebenen Methode aus Salpeter, Schwefelspiefsglanz, englischer Schwefelsäure und gereinigtem Weinstein durch Krystallisation bereitet. Die Krystalle waren sehr gut ausgefallen, vollkommen weifs, und durch wiederholte Krystallisation erhalten. Ich wollte diesen Brechweinstein auf einen etwaigen Hinterhalt von weifsem Arsenik prüfen, der aber nach der Art der Bereitung (der Brechweinstein war nämlich vor der letzten Krystallisation nur in 14 Theilen Wasser aufgelöst worden) und nach der Reinheit der dazu angewandten Materialien nicht darin zu erwarten war. Durch einen vorläufigen Versuch hatte ich mich von der vollkommenen Reinheit der angewandten Schwefelsäure und des gewalzten Zinks überzeugt, denn das mit demselben erhaltene Wasserstoffgas setzte auch nicht die leiseste Spur eines schwarzen Fleckes an eine Porcellanfläche ab. Es würde zu dem Gasentbindungsapparate, der mit einer hinlänglich langen, in eine feine Spitze ausgehenden Glasröhre versehen war, eine grofse Quantität von der Auflösung des Brechweinsteins hinzugethan. Wie grofs war aber mein Erstaunen, als *ganz dieselben*, nur wenig glänzenden metallischen Flecken an jeder Stelle der Porcellanfläche, welche von der Flamme getroffen wurden, sich ansetzten, gerade so, wie wenn ich eine Auflösung von weifsem Arsenik hinzugegossen hätte. Auch setzte sich in einer, oben und unten offenen, unten etwas erweiterten Glasröhre, welche über die Flamme gehalten wurde, ein ähnlicher weifser Anflug, wie wenn es *arsenige Säure*

wäre, ab. Nur zeigte sich der wesentliche Unterschied von dem Versuche mit weifsem Arsenik, dafs nichts von Knoblauchgeruch zu bemerken war.

Ich sah immer wieder in Liebig's Zusätzen nach, und fand allerdings, dafs derselbe vor den Täuschungen warnte, zu welchen *alle schweren* Metalle, namentlich auch das Antimon, Veranlassung geben könnten, indem, seiner Meinung nach, unendlich feine Tröpfchen von den Auflösungen jener Metalle mit fortgerissen werden, deren Metalloxyde sich dann in der Flamme des Wasserstoffgases reducirten. Indessen bemerkt er an einem anderen Orte, dafs der Arsenikanflug nicht zu verwechseln sey mit den schwarzen, scharf abgegränzten *Punkten* und Flecken, welche von Eisen und anderen Metallen, sich bei dem starken Aufbrausen der Säure an die Porcellanscheibe ansetzen. Vollkommen zuverlässig soll aber vollends, nach S. 223, die Methode werden, wenn man das Wasserstoffgas durch eine 1 Linie weite, hinlänglich lange Glasröhre streichen lasse, und etwa zwei Zoll von der Spitze die Röhre durch eine Weingeistflamme zum Glühen bringe, wo sich dann das Arsenikmetall *aufserhalb* der glühenden Stelle als schwarzer *metallisch glänzender* Ueberzug an die Glasfläche anlege, während die fremden Metalle sich innerhalb der glühenden Stelle reduciren, und als schwarze Ringe anlegen, welche sich nicht so wie das Arsenik durch eine *schwache Glühhitze wegtreiben* lassen.

Zur Prüfung dieser Angabe und zur weiteren Aufklärung der oben beschriebenen Phänomene wurden nun mehrere Entbindungsapparate mit solchen rechtwinklich in eine horizontale Richtung gebogenen, in eine feine Spitze ausgehenden Glasröhren zugerichtet. Der Versuch mit weifsem Arsenik gab vollkommen das angegebene Resultat. An der Stelle, wo die Weingeistflamme auf die Glasröhre wirkte, und dieselbe in Glühen versetzte, zeigte sich kein Anflug, dagegen auf beiden Seiten derselben

an der oberen Glaswand ein sehr bestimmter Anflug von metallisch glänzendem Arsenikmetall. Wurde die Weingeistflamme auf denselben gerichtet (nachdem die Röhre aus dem Entbindungsapparate herausgenommen war), so konnte er weggetrieben werden, und verwandelte sich zum Theil in einen weifsen Anflug.

Derselbe Versuch wurde nun mit einer Auflösung von *Brechweinstein* wiederholt. Die Schwefelsäure schlägt aus derselben einen ziemlich reichlichen weifsen Bodensatz nieder, der durch Umschütteln zur Suspension gebracht wurde. *Alles verhielt sich auf gleiche Weise wie beim weifsen Arsenik.* Zu beiden Seiten der durch die Weingeistflamme glühend gemachten Stelle zeigte sich der metallischglänzende Anflug, der nur etwas heller weifsglänzend, als der im vorigen Versuche von Arsenik herrührende war, er konnte auf gleiche Weise durch die Weingeistflamme weggetrieben werden, und verwandelte sich zum Theil in einen Anflug von weifsem Oxyd.

Es wurde mit aller Vorsicht aus *Chlorspiefsglanz* Algarothpulver bereitet, dasselbe in den Gasentwicklungsapparat gebracht und wohl umgeschüttelt. Alle Erscheinungen verhielten sich auf gleiche Weise wie beim Brechweinstein. Es war nun kein Zweifel mehr übrig, dafs diese Erscheinungen, die gänzlich denen vom Arsenik gleich waren, nicht von diesem, sondern von ganz ähnlicher Verbindung des Antimons mit dem Wasserstoffe, vom Antimon-Wasserstoffgase herrührten. Andere Proben, die mit den empfindlichsten Reagentien angestellt wurden, bewiesen überdiefs, dafs sowohl der angewandte Brechweinstein als das Algarothpulver von jedem Hinterhalte an Arsenik frei waren.

Antimon-Wasserstoffgas.

Man erhält es am leichtesten und reinsten, wenn man in einem Gas-Entbindungsapparate zu verdünnter Schwefelsäure eine Auflösung von *Brechweinstein* oder

auch reines Antimonoxyd bringt, und dann einen Streifen von gewalztem Zink, an den Kork der Entbindungsröhre befestigt, hineinbringt oder auch nur hineinwirft. Ist die Gasentbindung nicht stürmisch, so bleibt die Gasentbindungsröhre in ihrer ganzen Ausdehnung ganz ungetrübt, nichts setzt sich in derselben ab, und an mechanisch fortgerissenen Tröpfchen der Auflösung ist nicht zu denken. Das übergehende Antimon-Wasserstoffgas ist so klar und farblos wie reines Wasserstoffgas. Dasselbe nähert sich in vielen Eigenschaften dem Arsenik-Wasserstoffgas.

1) Eine erste merkwürdige Eigenschaft desselben, worin es ganz mit dem Arsenik-Wasserstoffgase (und auch dem ölerzeugenden Gase) übereinkommt, ist, daſs es durch Glühbitze in seine Bestandtheile zersetzt wird, und sich dann das Antimon an kalte Stellen als metallischer Anflug mit seinem eigenthümlichen Glanze absetzt. Wird die Flamme des durch eine horizontale Glasröhre gehenden Wasserstoffgases, noch ehe diese durch eine Weingeistlampe glühend gemacht wird, an eine Porcellanscheibe hingeleitet, so ist der schwarze runde Fleck, der an jeder davon getroffenen Stelle entsteht, ohne metallischen Glanz mit einem mehr hellgrünen Ringe umgeben, dagegen zeigen die Flecken den schönsten metallischen Glanz, wenn die Glasröhre, während die vorn brennende Flamme gegen die Porcellanscheibe stöſst, zugleich einige Zolle davon durch eine Weingeistflamme glühend gemacht wird, wobei sich zugleich in der Röhre der metallische Anflug absetzt. Beim Arsenik-Wasserstoffgase zeigen sich die Flecken auch dann metallischglänzend, wenn die Glasröhre nicht glühend gemacht wird. Doch ist diese Verschiedenheit nicht charakteristisch genug, da bei veränderten Verhältnisse des Arseniks die Flecken auch wohl nur schwarz, ohne allen metallischen Glanz erscheinen.

2) Das Antimon-Wasserstoffgas hat keinen von dem-

jenigen des gewöhnlichen Wasserstoffgases, das durch Zink mit Schwefelsäure bereitet wird, merklich abweichenden Geruch. Etwas *Knoblauchartiges* konnte ich durchaus darin nicht entdecken. Auch die Flamme desselben zeigte keinen auffallenden Geruch.

3) Die Flamme des Antimon-Wasserstoffgases ist von intensiv weifsem etwas gelblichem Lichte.

4) Wird das Antimon-Wasserstoffgas über wohl ausgekochtem destillirten Wasser aufgefangen, und in Flaschen, die einen Theil des letzteren enthalten, aufbewahrt, so zersetzt es sich allmälig, gerade so wie das Arsenik-Wasserstoffgas, es scheidet sich immer mehr Antimon aus, wodurch das Wasser schwarz gefärbt wird. Die Entfärbung des dunkeln Wassers durch Königswasser, und der Kermes-Niederschlag aus dieser Auflösung durch Hydrothion-Ammoniak zeigt das Daseyn des Antimons auf das Bestimmteste an. Je mehr das Antimon-Wasserstoffgas mit gewöhnlichem Wasserstoffgase gemengt ist, um so länger dauert es, ehe die Färbung des Wassers auffallend wird, die dann auch wohl nur bräunlichgelb erscheint.

5) Auf eine Auflösung von Quecksilberchlorid (Aetzsublimat) wirkt das Antimon-Wasserstoffgas sehr ähnlich wie das Arsenik-Wasserstöffgas. An der unteren Oeffnung der Gasentbindungsröhre bemerkt man bald ein schwarzes Häutchen, das aber in dem reichlichen weifsen Niederschlage verschwindet. Dieser Niederschlag zeigte sich bei der Analyse als ein Gemenge von Antimonoxyd und Calomel.

6) Eine Auflösung von salpetersaurem Silber wird durch Antimon-Wasserstoffgas reichlich schwarz getrübt und gefällt.

7) *Schwefelsaure Kupferauflösung*, durch welche das Antimon-Wasserstoffgas geleitet wurde, wurde nicht zersetzt. Diefs war nicht anders zu erwarten, da bekanntlich das Antimon nicht das Kupfer, sondern um-

gekehrt, das Kupfer das Antimon aus seinen Auflösungen niederschlägt.

8) Chlor zu dem Antimon-Wasserstoffgase durch eine Schicht Wasser, über welche sich dasselbe in einer Flasche befand, geleitet, brachte zu meiner Verwunderung keine merkliche Reaction damit hervor. Das Wasser färbte sich blofs nach einiger Zeit (als das Gemenge unter einem schwarzen Mantel ruhig hingestellt war) etwas gelb.

Die Empfindlichkeit der Methode von James Marsh für das Antimon geht oft so weit wie für das Arsenik.

Es wurde nun *ein halber Gran Brechweinstein* in fünf Quentchen Wasser aufgelöst, und ein Quentchen verdünnter Schwefelsäure hinzugesetzt, wodurch die Flüssigkeit etwas opalisirend wurde. Es wurden nun einige Stückchen gewalzten Zinks hineingeworfen, und, wie oben, eine horizontale Gasentbindungsröhre aufgesetzt. Wurde das Gas entzündet und die Flamme gegen eine Porcellanfläche geleitet, so zeigten sich sogleich die bestimmten schwarzen, mit einem silbergrauen Ringe eingefafsten Flecken. Wurde nun die Röhre einige Zolle von der Spitze durch eine Weingeistflamme glühend gemacht, so legte sich an die obere Fläche der Glasröhre, auf beiden Seiten der geglühten Stelle, der schöne metallischglänzende Anflug ab, die schwarzen Flecken der Flamme an der Porcellanscheibe blieben aber dann aus; wurde die Weingeistflamme entfernt, so erschienen sogleich wieder die schwarzen Flecken. Selbst $\frac{1}{16}$ Gran Brechweinstein konnte auf diese Weise noch entdeckt werden. Dafs hiebei an mechanisch fortgerissene kleinste Theilchen der Auflösung nicht zu denken sey, bedarf wohl nach allem Bisherigen keine *weitere Auseinandersetzung*, wird aber auch schon dadurch hinlänglich widerlegt, dals wenn man in das Gasentbindungsgefäfs eine Auflösung von Eisenchlorür, schwefelsaurem Eisen, essigsaurem Blei, schwefelsaurem Kupfer u. s. w. bringt, sich

Salpetersäure entstehenden, indeſs noch sauren, Flüssigkeit ein Salz zu erhalten, welches sich in kaltem Wasser wenig, in heiſsem weit mehr löst. Wenn man dieses Salz, nachdem es durch wiederholte Krystallisation gereinigt ist, erhitzt, so schwillt es stark auf: durch Calcination giebt es eine Menge von $\dot{K}\ddot{C}$, welche an $\dot{K}$ 18,66 Procent vom Salz enthält, während der Weinstein 24,97 giebt. Durch Verbrennung dieses Salzes in Sauerstoff erhielt ich von 1,04 Grm. Salz:

0,982 Kohlensäure und 0,338 Wasser.

Eine kleine Portion Kohle entging der Verbrennung, da sie vom kohlensauren Kali eingehüllt ward; indeſs war sie nicht beträchtlich genug, um einen Fehler zu veranlassen.

Dividirt man die Menge der erhaltenen Kohlensäure durch die mit dem Kali verbunden gebliebene, welche 1 At. vorstellt, so hat man $\frac{0,982}{0,091} = 10,7$. Offenbar ist also 11 die richtige Zahl, und das Salz enthält mithin 12 At. Kohle. Da nun ein Theil des in Carbonat umgewandelten Salzes genau hinreicht, um einen dem ersten gleichen Theil dieses Salzes zu sättigen, so folgt, daſs das zerlegte Salz zwei Atome Säure auf ein Atom Basis enthält, und daſs jedes Atom Säure sechs Atome Kohle einschlieſst.

Berechnet man dieſs Resultat, so bekommt man für die Zusammensetzung des analysirten Salzes:

Kali	18,66
Kohle	28,52
Wasserstoff	3,60
Sauerstoff	49,22
	100,00.

Eine abermalige Analyse mit 1,6 von einer besonders bereiteten Portion des Salzes gab 1,513 Kohlensäure und 0,519 Wasser.

Allein 1,513 $\ddot{C}$ = 0,418359 C. Fügt man hiezu die 0,038987 des kohlensauren Kali, so hat man 0,557346 oder 28,58 Procent Kohle.

0,519 Wasser = 0,057667 oder 3,604 Proc. Wasserstoff.

Da das Salz ein saures ist, so enthielt es wahrscheinlich 1 At. Wasser. Geht man von der Menge des im Kali enthaltenen Sauerstoffs aus, so findet man 1 Atom Wasser = 3,567 Proc. Dividirt man aber die ganze Menge Wasserstoff durch die in einem Atom Wasser enthaltene Menge, so erhält man die Zahl 9. Daraus folgt, dafs das zerlegte Salz zusammengesetzt war nach der Formel $\dot{K} + 2C^6H^8O^7 + Aq$, welche giebt:

	Gefunden.	Berechnet.
Kali	18,660	18,91
Kohle	28,520	29,44
Wasserstoff	3,206	3,20
Wasser	3,567	3,60
Sauerstoff	46,047	44,85
	100,00	100,00.

Um das wasserfreie Salz zu zerlegen, kochte ich das saure Salz mit einem Ueberschufs von Bleioxyd. Das Bleisalz, wohl gewaschen und getrocknet, enthielt 23,84 Proc. Säure. Allein 2,73 Grm. Salz, die 0,6508 Säure enthalten, gaben bei der Analyse 0,876 Kohlensäure und 0,247 Wasser; diefs giebt:

	Gefunden.	Berechnet.	Atome.	
Kohle	37,21	37,94	6	458,64
Wasserstoff	4,21	4,13	8	49,92
Sauerstoff	58,58	57,93	7	700,00
	100,00	100,00	1 At. =	1208,56.

Diese Säure hat also die nämliche Zusammensetzung wie die wasserfreie Schleimsäure. Bekanntlich erhält man

indefs nach den gewöhnlichen Processen nur Schleimsäure $=C^6 H^{10} O^8$, eine Formel, die von Berzelius aufgestellt und von andern Chemikern bestätigt ist. Ueberdiefs wissen wir, dafs diese Säure, wenn man ihre Lösung abdampft, unlöslich wird. Hr. Malaguti hat gezeigt, dafs sie durch diese Umwandlung ihr Sättigungsvermögen nicht verändert und dabei kein Wasser abgiebt. Daraus folgt, dafs die Zuckersäure nicht aus einer Zersetzung der Schleimsäure entspringt.

Allein wenn Gummi $=C^{12} H^{22} O^{11}$, so ist wasserfreier Zucker $=C^{12} H^{20} O^{10}$. Durch Behandlung mit Salpetersäure bekommt man aus Gummi $=C^6 H^{10} O^8$ und aus Zucker $C^6 H^8 O^7$.

Zwischen den beiden Producten herrscht also der nämliche Unterschied wie zwischen den ursprünglichen Substanzen. Nun wissen wir andererseits durch die von den HH. Liebig und Pelouze bestätigten Versuche des Hrn. Frémy, dafs man bei der Aetherbildung ein Atom Wasser aus der Zusammensetzung der Schleimsäure abscheiden kann. Diese Thatsache beweist, wie mir scheint, *dafs die organischen Substanzen ein Atom Wasser enthalten können, zwar als Wasser, aber inniger gebunden als das sogenannte salinische Wasser.* Vielleicht ist die Zeit nicht mehr sehr fern, wo wir, durch eine genauere Kenntnifs dieses Verbindungszustandes, im Stande seyn werden, Gummi in Rohrzucker zu verwandeln.

XIV. *Bemerkungen zu dem Aufsatz des Hrn. Prof. Fechner über die Kniepresse. Aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Schubarth an den Herausgeber.*

— In dem 7. Stück Ihrer höchst schätzbaren Annalen der Physik etc. ist ein Aufsatz des Hrn. Prof. Fechner

abgedruckt »über die Kniepresse,« welcher mir zu folgenden Zeilen Veranlassung gegeben. Der Hr. Verfasser führt Seite 501 an, daſs das Princip der Kniepresse in späteren Zeiten fast ganz vergessen worden sey. Wollaston allein habe eine solche Presse construirt und angewendet, später der Inspector Fuchs in Leipzig, welchem ein Patent für die preuſs. Monarchie ertheilt worden sey. Ferner: eine nähere Betrachtung der Wirkung dieses Princips habe noch nicht stattgefunden.«

In diesen Behauptungen des Hrn. Prof. Fechner waltet ein Irrthum ob, wie ich sogleich darthun werde.

1) Das Princip der Kniepresse ist seit mindestens 20 Jahren bei Buchdruckerpressen angewendet worden. Namentlich haben Medhurst, Stanhope, Ruthven, Aymer theils in Verbindung mit der Schraube, theils, und vornämlich, als Ersatzmittel der Schraube, wie in der Columbian-preſs, das Princip des zusammengesetzten Hebels angewendet. Man sehe hierüber einen Aufsatz in Silliman's American. Journ. 1821, *Mai; Encyclop. britann.* von Rees; eine Zusammenstellung in den Verhandlungen des Vereins z. Beförder. d. Gewerbfleiſses in Preuſsen, Jahrg. 1823, S. 54.

2) In jenem Aufsatz im American. Journal (Verhandl. S. 65 und 70) finden sich theoretische Betrachtungen über die Wirkungsweise des zusammengesetzten Hebels sowohl vom Prof. Fischer in Hartford, als auch vom O.L.B.D. Eytelwein, welche also beide dem Hrn. Referenten unbekannt geblieben seyn müssen.

3) Das Princip ist auch seit längerer Zeit bei Prägewerken in Anwendung gekommen. 1811 ist in Petersburg die Beschreibung einer solchen von Nevedomski erfundenen Maschine, wie sie im dordigen Münzhôtel existirt, in französischer Sprache bekannt gemacht worden. Hr. Uhlhorn in Gre-

veňbroich, Regierungsbezirk Düsseldorf, hat, ohne Kenntnifs von dieser Prägemaschine zu besitzen, solche für die Münzwerkstätten von Berlin und Düsseldorf, ingleichen für auswärtige Anstalten angefertigt (vergl. Verhandl. S. 64 und 65) [1]).

4) Wenn endlich angeführt ist, der Hr. Fuchs habe ein Patent auf eine Kniepresse erhalten, so ist diefs dahin zu modificircu, dafs demselben unterm 16. Febr. 1832 ein Patent ertheilt worden ist auf eine Presse mit zusammengesetztem Hebel *und veränderlichen Stützpunkten in ihrer ganzen Zusammensetzung, ohne Jemand in der Anwendung der einzelnen bekannten Theile, allein oder in anderen Zusammensetzungen, zu beschränken.*

Hieraus leuchtet ein, dafs sich das Patent auf die Anwendung des zusammengesetzten Hebels (Kniepresse) *an sich* nicht bezieht, diese Vorrichtung wird als bekannt vorausgesetzt, sondern nur auf die Combination des zusammengesetzten Hebels *mit veränderlichen Stützpunkten.* Es ist daher auch die Kniepresse, wie sie z. B. zum Siegeln angewendet wird, nicht in's Patent eingeschlossen; auf sie bezieht sich das Patent in keiner Weise. Ich halte es daher für nöthig, hierauf ganz besonders aufmerksam zu machen.

Berlin, 8. Nov. 1837.

1) Auch für Oelpressen ist das Princip des zusammengesetzten Hebels in Amerika vor länger als 12 Jahren bereits angewendet worden.

1837. ANNALEN №. 11.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXII.

I. *Ueber die Bildung des Kalkspaths und Arragonits; von Gustav Rose* [1]).

Dafs Kalkspath und Arragonit bei ihrer verschiedenen Krystallform dieselbe chemische Zusammensetzung besitzen, also *heteromorphe* oder *isomerische* Körper sind, ist schon seit längerer Zeit angenommen, und wird durch die im Folgenden angeführten Versuche aufser allen Zweifel gesetzt; doch waren die Bedingungen, unter denen sich diese Substanzen bilden, noch gänzlich unbekannt. Nach den bisherigen Beobachtungen schien es sogar, als ob beide unter sehr ähnlichen Umständen entständen, da sich anscheinend beide sowohl auf nassem als auf trocknem Wege bilden [2]). Der Umstand indessen, dafs der Tropfstein, der sich noch jetzt in den Kalksteinhöhlen absetzt, Kalkspath, der Karlsbader Sprudelstein dagegen Arragonit ist, brachten mich auf den Gedanken, dafs die Entstehung des Kalkspaths und Arragonits vielleicht eine Wirkung der verschiedenen Temperatur sey, bei welcher sich die Krystalle der kohlensauren Kalkerde bilden, und veranlafste mich, einige Versuche zur Aufklärung dieses Gegenstandes anzustellen.

1) Krystallform der kohlensauren Kalkerde auf nassem Wege.

Wenn man eine Auflösung von kohlensaurer Kalkerde in kohlensaurem Wasser in einem offenen Glase

1) Vorgelesen in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse der Academie der Wissenschaften zu Berlin, am 16. Oct. 1837.

2) Vergl. Poggendorff's Annalen, Bd. XXI S. 57.

bei der gewöhnlichen Temperatur mehrere Wochen stehen läfst, so entweicht bekanntlich nach und nach alle Kohlensäure, und es setzt sich die kohlensaure Kalkerde in feinen mikroskopischen Krystallen theils an den Wänden des Glases, theils auf der Oberfläche der Auflösung als Salzhaut ab [1]). Diese letzteren sind immer am deutlichsten, und werden, wenn man die Kohlensäure durch Bedeckung des Glases mit einer Glasplatte nur langsam entweichen läfst, zuweilen so grofs, dafs man ihre Form nicht allein mit blofsen Augen erkennen, sondern auch ihre Winkel mittelst des Reflexionsgoniometers messen kann. Die Krystalle sind *Kalkspath* und haben immer die Form des Hauptrhomboëders des Kalkspaths; gewöhnlich sind sie auch an den Endecken durch die gerade angesetzte Endfläche abgestumpft.

Eben so erhält man auch Kalkspath, wenn man eine Auflösung von Chlorcalcium mit kohlensaurem Ammoniak oder mit anderen kohlensauren Alkalien bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft versetzt. Der Niederschlag, der dadurch entsteht, ist anfangs sehr voluminös und flockig, und behält auch diese Beschaffenheit bei, wenn man ihn bald nach der Fällung filtrirt, aussüfst und trocknet. Läfst man ihn dagegen einige Zeit ruhig stehen, so fällt er nach und nach zusammen und wird körnig. Betrachtet man den ersten lockeren Niederschlag unter dem Mikroskop, so sieht man nur kleine undurchsichtige Körner, die bei sehr starker Vergröfserung oft als solche Ringe erscheinen, vollkommen von

1) Da es ohne gröfsere Apparate schwer hält, sich eine solche Auflösung von kohlensaurer Kalkerde zu verschaffen, so wandte ich mich deshalb an den Hrn. Hofrath Soltmann, der mit seiner gewohnten Zuvorkommenheit in seiner Fabrik für künstliche Mineralwässer mir sogleich eine solche Auflösung bereiten und eine grofse Menge damit gefüllter Flaschen zustellen liefs, womit ich diese und die in dem Folgenden erwähnten Versuche anstellen konnte, und wofür ich hiermit auch öffentlich meinen Dank auszusprechen nicht unterlassen kann.

der Art, wie sie Ehrenberg [1]) bei der Kreide beschrieben hat; der körnig gewordene Niederschlag erscheint dagegen als aus lauter kleinen, scharfbegränzten, durchsichtigen, vollkommen deutlichen Rhomboëdern bestehend, die, wie die durch Verdunstung erhaltenen Krystalle, sichtlich Hauptrhomboëder des Kalkspaths sind.

Das specifische Gewicht des flockigen Niederschlages fand ich 2,716; das der Kreide 2,720; das des körnigen Niederschlages 2,719 [2]). Das specifische Gewicht des flockigen Niederschlages ist hiernach wohl etwas geringer als das des körnigen Niederschlages und der Kreide; doch rührt dieser Umstand nur daher, dafs das specifische Gewicht des flockigen Niederschlages genommen wurde, nachdem er schon getrocknet war, in welchem Fall es leicht zu gering ausfällt [3]). Auf jeden Fall ist

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIX S. 105.

2) Beudant giebt das specifische Gewicht des pulverförmigen Kalkspaths noch etwas höher, nämlich =2,723, an. (Poggendorff's Annalen, Bd. XIV S. 485.)

3) Die Methode, deren ich mich bei der Wägung dieser, wie der übrigen pulverförmigen Körper bediente, die in dieser Abhandlung erwähnt sind, besteht in Folgendem: Das Pulver wurde zuerst in einem gröfseren Becherglase mit Wasser gemengt, und sodann in ein kleines cylinderförmiges Glas von etwa einem Zoll Gröfse gethan, das oben umgebogene Ränder hat, um mittelst eines Haares an den unter der Wageschale befindlichen Haken gehängt werden zu können. Das Glas mit dem Pulver wurde nun erst im Wasser gewogen, dann in ein Wasserbad gestellt, und das Pulver darin zur Trocknifs abgedampft und nun wieder gewogen. Auf diese Weise verliert man nichts von dem Pulver; dagegen ein Verlust davon schwerlich vermieden werden kann, wenn man den Versuch umgekehrt macht, und das Pulver zuerst im trocknen Zustande, und dann im Wasser wiegt. Dennoch habe ich das specifische Gewicht eines Niederschlages, der unmittelbar, nachdem er gefällt und ausgesüfst war, in Wasser getragen wurde, meistens etwas höher gefunden, als wenn der Niederschlag erst ausgetrocknet und dann mit Wasser gemengt wurde, selbst wenn ich ihn nun in dem Wasser kochte,

der Unterschied zu gering, um durch eine Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung, welche man wohl bei diesem flockigen Niederschlage angenommen hat, erklärt werden zu können. Man kann demnach wohl annehmen, dafs das specifische Gewicht aller dieser Körper, und folglich auch ihre chemische Zusammensetzung gleich sey. Sie unterscheiden sich nur dadurch, dafs die kohlensaure Kalkerde sich in dem flockigen Niederschlage, wie in der Kreide, mit der ersterer unter dem Mikroskope betrachtet, ganz übereinstimmt, in einem nur undeutlich krystallinischen Zustand, in dem körnigen Niederschlage dagegen in einem deutlich krystallinischen Zustand, der sich erst später aus dem undeutlich krystallinischen bildet, befindet. Dafs aber die Kreide von derselben Beschaffenheit ist, wie die kohlensaure Kalkerde unmittelbar nach der Fällung, ist ein Resultat, was auch in geognostischer Hinsicht vielleicht nicht ohne Interesse ist.

Nach den angegebenen Methoden erhält man also nur Kalkspath; wenn man dagegen die Auflösung von kohlensaurer Kalkerde in kohlensaurem Wasser im Wasserbade zur Trocknifs abdunstet, so erhält man ein lockeres krystallinisches Pulver, das, unter dem Mikroskope

was wahrscheinlich daher rührt, dafs das Pulver im letzteren Falle bei der Mengung mit Wasser doch nicht ganz frei von kleinen Luftblasen bleibt. Das specifische Gewicht eines eben gefällten Niederschlages habe ich aber immer ganz übereinstimmend mit dem gefunden, was man erhält, wenn man sich zur Bestimmung desselben kleiner Krystalle bedient; daher es nothwendig scheint, das specifische Gewicht von pulverförmigen Körpern, wo es angeht, immer auf diese Weise zu bestimmen. Auch Beudant fand (in der citirten Abhandlung) das specifische Gewicht eines Körpers im pulverförmigen Zustand immer etwas niedriger als in kleinen Krystallen, was wahrscheinlich auch dem angegebenen Umstand zuzuschreiben ist, doch hat Beudant nicht angegeben, auf welche Weise er das specifische Gewicht der pulverförmigen Körper bestimmt hat.

betrachtet, gröfstentheils als eine Zusammenhäufung von deutlichen Krystallen erscheint, die unverkennbar die Form des *Arragonits* haben. Sie erscheinen gewöhnlich als etwas bauchige sechsseitige Säulen, oder als sehr spitze sechsseitige Doppelpyramiden, wie manche Krystalle des Saphirs; zuweilen aber auch als einfache Pyramiden, so dafs sie also an den beiden Enden verschieden krystallisirt sind.

Auf eine gleiche Weise erhält man nun auch Arragonit, wenn man eine kochendheifse Auflösung von Chlorcalcium mit heifsem kohlensauren Ammoniak präcipitirt. Die Krystalle, aus welchen ein solcher Niederschlag, mit dem Mikroskop untersucht, besteht, sind kleiner, als die, welche man durch die Abdampfung erhält, dennoch aber ganz deutlich. Sie erscheinen in diesem Falle sehr häufig als Drillingskrystalle, indem von der Mitte eines säulenförmigen Krystalles zwei andere divergirend auslaufen.

Nach beiden Methoden ist es indessen schwer den Arragonit rein zu erhalten, denn gewöhnlich findet sich zwischen den säulenförmigen Krystallen desselben immer eine mehr oder weniger grofse Menge von Kalkspathrhomboëdern eingemengt. Diese Einmengung von Kalkspath findet besonders dann statt, wenn man Arragonit durch Abdampfung darstellt, und ist hier auch leicht erklärlich, weil schon die Kohlensäure entweicht, ehe die Auflösung diejenige hohe Temperatur erreicht hat, bei der allein sich nur der Arragonit bilden kann, und der dadurch entstehende Niederschlag nothwendig die Form des Kalkspaths annehmen mufs. Daher fällt denn auch das spec. Gew. des so gewonnenen Arragonits niedriger als das des reinen aus. Ich dampfte 12 Quart einer Auflösung von kohlensaurer Kalkerde in einem grofsen Wasserbade zur Trocknifs ab, versäumte aber, die Salzhaut, die sich zuerst bildete und wahrscheinlich ganz aus Kalkspath bestanden hat, im Anfang abzunehmen, sondern schabte, nachdem alle Flüssigkeit verdunstet war, den

ganzen Absatz mit einem Kartenblatte von den Wänden des Wasserbades zusammen, wodurch er unter einander gemengt wurde. Das specifische Gewicht einer Probe von diesem so gewonnenen Arragonite betrug daher nur 2,803. Um den Arragonit rein zu erhalten, nahm ich eine Auflösung von kohlensaurer Kalkerde, die schon einige Zeit an der Luft gestanden, und aus der sich daher schon ein Niederschlag gebildet hatte. Die Auflösung wurde filtrirt, dann in geringer Menge nach und nach in ein Gefäfs mit kochendem Wasser gegossen und nun zur Trocknifs abgedampft. Das specifische Gewicht dieses Absatzes betrug 2,836. Er war demnach etwas reiner als der vorige, dennoch aber mit vielem Kalkspath gemengt.

Ein solches Gemenge von Arragonit und Kalkspath erhält man nun auch bei der Fällung einer heifsen Auflösung von Chlorcalcium durch kohlensaures Ammoniak, wiewohl in diesem Fall gewöhnlich der Niederschlag noch reinerer Arragonit ist, als bei der Abdampfungsmethode. Ich habe die Bereitung durch Präcipitation mehrfach abgeändert, concentrirtere oder verdünntere Auflösungen genommen, gröfsere oder kleinere Mengen von kohlensaurem Ammoniak und Chlornatrium vermischt. Ich erhielt auch mehrmals bei Versuchen mit kleinen Quantitäten einen Niederschlag, der, unter dem Mikroskop untersucht, völlig reiner Arragonit war; wenn ich aber auf dieselbe Weise eine gröfsere Quantität bereiten wollte, um eine hinreichende Menge zur Bestimmung des specifischen Gewichtes zu haben, so fanden sich bei dieser stets Einmengungen von Kalkspath.

Es giebt indessen eine ganz einfache Methode, *ganz reinen Arragonit zu erhalten*, die ich zufällig erst versuchte, nachdem ich die anderen alle angestellt hatte, und die darin besteht, nicht sowohl, wie ich früher gethan hatte, die heifse Auflösung von kohlensaurem Ammoniak in die heifse Chlorcalciumauflösung, sondern um-

gekehrt die letztere in die erstere zu tragen. Man erhält auf diese Weise einen überaus lockeren Niederschlag, der, unter dem Mikroskope betrachtet, aus noch kleineren Krystallen besteht, wie der bei den früheren Fällungen erhaltene, aber sich durchaus frei von eingemengten Rhomboëdern von Kalkspath zeigt. Das beweist auch schon sein hohes specifisches Gewicht, welches nach einem angestellten Versuche 2,949 beträgt. Das specifische Gewicht eines einzelnen durchsichtigen Arragonitkrystalls von Bilin in Böhmen fand ich 2,945 [1]). Bendant giebt das des pulverförmigen Arragonites zu 2,9466 an.

Um den durch Fällung erhaltenen Arragonit unverändert aufzubewahren, mufs man ihn bald darauf aussüfsen und trocknen. Läfst man ihn nach der Fällung unter der darüberstehenden Flüssigkeit einige Zeit stehen, so ändert sich der Arragonit merkwürdigerweise nach und nach ganz in Kalkspath um. Acht Tage sind dazu schon ganz hinreichend. Es bilden sich kleine Rhomboëder, die unter dem Mikroskope vollkommen deutlich sind, und oft noch so reihenförmig zusammengruppirt sind, dafs ihre Zusammengruppirung ähnliche Säulen bildet, wie die gewesen sind, woraus sie entstanden. Aber diese Umänderung findet, wenngleich viel langsamer, auch schon statt, wenn man die frischgefällten Krystalle unter reinem Wasser aufbewahrt. Diefs beobachtete ich bei dem Niederschlage von ganz reinem Arragonit, dessen specifisches Gewicht untersucht wurde. Der Rest war in einem Gefäfs aufbewahrt, worin ich ihn gleich vom Filtrum, auf welchem er ausgesüfst war, gespült hatte, in der Absicht, von einem Theile desselben noch einmal das specifische Gewicht zu bestimmen, was aber zufälligerweise erst nach 8 Tagen geschehen konnte. Das specifische Gewicht, welches ich nun fand, betrug aber

1) Breithaupt (Vollständige Charakteristik des Mineralsystems, S. 65) giebt das spec. Gew. eines solchen Arragonits zu 2,937 bis 2,938 an, was offenbar zu niedrig ist.

nur 2,909. Da ich voraussetzte, daſs bei dieser Wägung vielleicht ein Irrthum vorgefallen seyn möchte, bestimmte ich den Tag darauf das specifische Gewicht noch von einer zweiten, und am dritten Tage von einer dritten Menge, fand aber nun noch geringere Zahlen, am zweiten Tage nämlich 2,883, und am dritten 2,891. Als ich darauf den Arragonit unter dem Mikroskop untersuchte, fand ich ganz deutliche Rhomboëder unter den feinen Krystallen des Arragonits, wodurch nun die Ursache des geringeren spec. Gewichts erklärt war.

So leicht indessen diese Umwandlung des Arragonits und Kalkspaths vor sich geht, so geschieht sie doch nur, wenn der Arragonit frisch gefällt ist. Hat man ihn erst ausgetrocknet, so bleibt er ganz unverändert, wenn man ihn nun von Neuem mit Wasser oder kohlensaurem Ammoniak übergieſst und Wochen lang damit stehen läſst. Eben so veränderte sich auch natürlicher Arragonit, den ich zu einem feinen Pulver rieb und auf gleiche Weise behandelte, nicht im Mindesten.

2) Krystallisation der kohlensauren Kalkerde auf trocknem Wege.

Die kohlensaure Kalkerde kann bekanntlich bei groſser Hitze unter starkem Druck zum Schmelzen gebracht werden, und krystallisirt dann beim Erkalten wieder. James Hall hat diese Versuche angestellt, und wahrscheinlich hat ein ähnlicher Procefs bei der Bildung der Erdrinde häufig statt gefunden, da wohl sämmtlicher Marmor auf diese Weise entstanden ist. Die geschmolzene Kalkerde bildet bei ihrer Krystallisation aber immer Kalkspath, dessen drei Spaltungsflächen in den gröſseren Körnern des Marmors noch vollkommen deutlich sind. Arragonit entsteht auf diese Weise nie; zwar ist derselbe in den Spalten und Höhlungen der früher offenbar in feurigem Fluſs gewesenen Gebirgsarten, wie in dem Basalte, eine sehr gewöhnliche Erscheinung, aber hier hat

sich der Arragonit offenbar durch Infiltration einer Auflösung von kohlensaurer Kalkerde gebildet, die durch den noch heifsen Basalt erhitzt worden ist, und daher, wie aus dem Vorigen folgt, die kohlensaure Kalkerde als Arragonit abgesetzt hat.

Auch kann der Arragonit bei einer gröfseren Hitze gar nicht bestehen; denn wenn man die Stücke von gröfseren Arragonitkrystallen einer schwachen Rothglühhitze aussetzt, etwa in einer Glasröhre über der Spirituslampe, so blähen sie sich auf, wie Berzelius gezeigt hat, und zerfallen in ein weifses, undurchsichtiges, gröbliches Pulver. Eine Veränderung in der chemischen Zusammensetzung geht bei der nur wenig hohen Temperatur, in der das Zerfallen des Arragonits stattfindet, gar nicht vor sich; es entwickelt sich dabei keine Gasart, wie diefs Mitscherlich [1]) untersucht hat, und es findet dabei überhaupt fast keine Gewichtsveränderung statt, wie ich mich durch eigene Versuche überzeugt habe; denn 1,721 Grammen kleiner Bruchstücke von Arragonitkrystallen von Bilin, in Böhmen, wogen nach dem Glühen noch 1,717 Grammen, und 1,9115 Grammen bei einem anderen Versuche 1,9090. Der kleine Gewichtsverlust von 0,23 Proc. in dem einen, und von 0,13 Proc. in dem anderen Falle rührt nur von etwas Decrepitationswasser her, dessen Entweichen beim Glühen sich durch das Zerspringen einiger Stücke kund thut.

Zur Erklärung dieser Erscheinung hat schon Haidinger [2]) die Meinung aufgestellt, dafs sie einer Umänderung des Kalkspaths in Arragonit, die in der höheren Temperatur vor sich gehe, zuzuschreiben sey, und dafs das Zerfallen des Kalkspathes daher rühre, dafs der kohlensaure Kalk als Arragonit ein höheres specifisches Gewicht habe, als der Kalkspath, und daher ei-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXI S. 157.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XI S. 177.

nen kleineren Raum einnehme, als dieser. So allgemein diese Meinung seit dieser Zeit auch angenommen ist, so ist sie doch eigentlich noch nicht bewiesen worden, daher ich es für nöthig fand, noch einige Versuche in dieser Rücksicht anzustellen. Ich glühte deshalb Krystallbruchstücke von Arragonit von Bilin, nachdem ich sie vorher gewogen hatte, wog das zerfallene Pulver wieder, um mich zu überzeugen, ob keine Kohlensäure entwichen sey, und nahm nun das specifische Gewicht des Pulvers. Ich fand es so in drei Versuchen, die stets mit verschiedenen Massen angestellt waren: 2,703, 2,704 und 2,709. Bei dem letzteren Versuche war das Pulver zuvor einige Zeit gekocht worden. Man kann hiernach wohl mit Sicherheit annehmen, dafs der Arragonit in einer schwachen Rothglühhitze sich in Kalkspath umändert; denn wenngleich die gefundenen Zahlen etwas niedriger sind, als die, welche man erhält, wenn man das specifische Gewicht von kleinen Kalkspathkrystallen nimmt, so hat diefs wohl in dem oben angeführten Umstande seinen Grund.

Das Zerfallen des Arragonits in einer schwachen Rothglühhitze ist bei gröfseren Krystallen sehr deutlich, und eine überaus auffallende Erscheinung; es findet aber nur bei gröfseren, nicht bei sehr kleinen Krystallen und bei fasrigen Massen statt. Der Karlsbader Sprudelstein verliert beim Glühen seine Durchscheinenheit, zerfällt aber nicht, und eben so wenig zerfallen die kleinen Arragonitkrystalle, die auf den Zacken der Steiermärkschen Eisenblüthe sitzen, und die mikroskopischen Krystalle des künstlich dargestellten Arragonits.

Betrachtet man das Pulver, welches man durch das Zerfallen gröfserer Arragonitkrystalle erhält, unter dem Mikroskop, so erscheint es als ganz unregelmäfsige Bruchstücke, die noch vollkommen durchsichtig, aber voller Sprünge und Risse sind. Die kleinen Krystalle der

Steiermärkschen Eisenblüthe behalten bei der Durchsichtigkeit auch ihre Form, erscheinen aber im Innern voller Risse, und haben an den Seiten Sprünge, die oft weit aufklaffen. Von den mikroskopischen Krystallen des künstlichen Arragonits bekommen nur die gröfseren einige Risse, die kleinen erscheinen völlig unverändert, und von derselben Durchsichtigkeit und Form. Dennoch hat sich die Masse ganz in Kalkspath umgeändert, wie die Untersuchung des specifischen Gewichtes beweist. Das durch Abdampfung im Wasserbade erhaltene Gemenge von Arragonit und Kalkspath, dessen specifisches Gewicht ich bei einem Versuche zu 2,803 befunden hatte, wurde, um sicher zu seyn, dafs sich alles umändere, (weil man hier die Umänderung nicht, wie bei gröfseren Arragonitkrystallen, sehen kann), in einem Platintiegel einer starken Hitze ausgesetzt. Hierbei werde ein Theil der kohlensauren Kalkerde schon kausticirt, dieser aber sogleich durch Auflösung in vielem Wasser, und durch Decantiren des Wassers und Aussüfsen des Pulvers entfernt. Unter dem Mikroskope betrachtet, waren die gröfseren Arragonitkrystalle auf die angegebene Weise rissig geworden. Ich fand nun das specifische Gewicht der so behandelten Masse 2,700, wie das des geglühten Arragonits. Dieser Umstand beweist, dafs bei den kleinen Arragonitkrystallen die kleinsten Theilchen sich ausdehnen und umlegen können, ohne dafs dabei die Form des Krystalls verloren geht; es sind

1) Besser ist es daher, die Glühung in einer Glasröhre vorzunehmen, die in der Mitte zu einer Kugel ausgeblasen ist, und während der Glühung Kohlensäure über den Arragonit streichen zu lassen. Um sich zu überzeugen, ob bei dem Glühen des Arragonits sich etwas von der Masse kausticirt habe, genügt es nicht, nach der Hinzufügung von Wasser, zu sehen, ob das geröthete Lackmuspapier gebläuet werde; denn auch die unzersetzte kohlensaure Kalkerde bringt stets dieselbe Wirkung hervor, wenn man sie pulvert und mit Wasser übergiefst.

die vollkommensten Afterkrystalle des Kalkspaths in der Form des Arragonits. Vielleicht wäre es auch nicht unmöglich, gröſsere Krystalle in solche Afterkrystalle zu verwandeln, wenn man die Arragonitkrystalle einer sehr langsam zunehmenden Hitze aussetzte.

Die *Resultate* der in dem Angeführten angestellten Versuche sind also:

1) Daſs auf nassem Wege sich sowohl Kalkspath als Arragonit, und ersterer bei einer geringeren, letzterer bei einer höheren Temperatur, auf trocknem Wege aber nur Kalkspath bildet.
2) Daſs die kohlensaure Kalkerde unmittelbar nach der Fällung aus einer kalten Auflösung sich in einem undeutlich-krystallinischen Zustande befindet, der mit der Kreide übereinkommt, aus welchem erst später der deutlich-krystallinische Zustand hervorgeht.
3) Daſs sich Arragonit sehr leicht in Kalkspath umändert, auf nassem Wege, wenn man den durch Fällung dargestellten Arragonit unter Wasser oder einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak stehen läſst; auf trocknem Wege, wenn man den Arragonit einer schwachen Rothglühhitze aussetzt, wobei die groſsen Krystalle zu einem gröblichen Pulver zerfallen, kleine Krystalle aber dabei ihre Form behalten und Afterkrystalle bilden.

Ferner folgt daraus, daſs man die Entstehung des Arragonits nicht der geringen Menge von kohlensaurer Strontianerde, die der natürlich vorkommende Arragonit meistentheils enthält, zuschreiben kann, wie häufig geschehen ist. Dieſs folgt zwar schon daraus, daſs es Arragonit giebt, der gar keine kohlensaure Strontianerde enthält, wird aber vollkommen dadurch bewiesen, daſs man künstlich mit Leichtigkeit den Arragonit ganz ohne

einen solchen Gehalt von Strontianerde darstellen kann. Ich habe absichtlich die Auflösung von Chlorcalcium mit einer kleinen Menge einer Auflösung von Chlorstrontium versetzt, aber bei der Fällung mit kohlensaurem Ammoniak in der gewöhnlichen Temperatur nur Kalkspathkrystalle wahrnehmen können.

Die Form des Arragonits findet sich auch bei dem Witherit, dem Strontianit und dem Weifsbleierze oder der neutralen kohlensauren Baryterde, Strontianerde und dem kohlensauren Bleioxyde, doch ist es mir nicht geglückt, diese Substanzen durch die bei der kohlensauren Kalkerde angeführten Methoden in der zweiten rhomboëdrischen Form darzustellen.

Wenn man kohlensaure Baryterde in Chlorwasserstoffsäure auflöst, und die Auflösung mit kohlensaurem Ammoniak fällt, so erhält man, die Auflösung mag kalt oder heifs gewesen seyn, einen Niederschlag, der, unter dem Mikroskope betrachtet, aus sehr deutlichen Arragonit-ähnlichen Krystallen besteht.

Wenn man kohlensaure Strontianerde auf eine gleiche Weise behandelt, so erkennt man in dem Niederschlage aus der heifsen Auflösung unter dem Mikroskope sehr deutliche Arragonit-ähnliche Krystalle; der Niederschlag aus der kalten Auflösung erscheint als zusammengehäufte Kügelchen, die keine bestimmte Form erkennen lassen.

Bei dem kohlensauren Bleioxyde war der Fall umgekehrt, hier gab der Niederschlag aus einer kalten Auflösung Arragonit-ähnliche Krystalle (die indessen doch viel kleiner und undeutlicher, als bei der kohlensauren Baryt- und Strontianerde waren); der Niederschlag aus einer heifsen Auflösung eine undurchsichtige und unerkennbare Masse. Wahrscheinlich erhält man aber auch wohl aus der kalten Auflösung der salzsauren Strontianerde und der heifsen Auflösung des salzsauren Bleioxyds be-

[illegible] Krystalle, wenn nur die günstigsten Umstände, unter denen die Krystalle sich bilden, herausgefunden, die aber hiernach wahrscheinlich immer die Form des Arragonits haben werden. Daher erklärt es sich auch, daſs eine kleine Beimengung von kohlensaurer Strontianerde wohl öfters in dem Arragonit, nie aber in dem Kalkspath vorkommt, wenigstens bis jetzt nicht darin gefunden ist, wenn auch Kalkspath und Strontianit neben und mit einander verwachsen vorkommen. Eben so wenig findet man in dem Kalkspath auch kohlensaure Baryterde, sondern diese bildet mit Kalkspath ein Doppelsalz, den Barytocalcit, der hiernach offenbar eine Verbindung von 1 Atom Kalkspath mit 1 Atom Witherit ist. Nur von dem kohlensauren Bleioxyde findet sich zuweilen in dem Kalkspath eine kleine Beimengung, wie eine solche Verbindung Johnston, unter dem Namen Plumbocalcit, beschrieben hat.

Glückte es mir nicht, die letzteren kohlensauren Salze, die nur in der Form des Arragonits vorkommen, in der Form des Kalkspathes darzustellen, so gelang es mir doch, ein nur in der Form des Kalkspathes und gewöhnlich in dessen Verbindung vorkommendes kohlensaures Salz in der Arragonitform zu erhalten; dieſs ist die neutrale kohlensaure Talkerde. Dampft man nämlich eine Auflösung derselben in kohlensaurem Wasser im Wasserbade zur Trockniſs ab, so erhält man ein krystallinisches Pulver, das unter dem Mikroskope noch gröſsere Arragonit-ähnliche Krystalle zeigt, als man bei der Abdampfung einer Auflösung von kohlensaurer Kalkerde erhält. Sie finden sich aber in diesem Pulver nicht allein, sondern kommen mit den excentrisch-strahligen Kugeln vor, die Fritzsche[1]) beschrieben, und von denen er bewiesen hat, daſs sie der Magnesia alba angehören; dennoch erwähne ich der ersteren, da es das erste Mal

1) Pogg. Ann. Bd. XXVII S. 304.

ist, dafs man die neutrale kohlensaure Talkerde im wasserfreien Zustande dargestellt hat.

Ich habe indessen allen diesen letzteren Körpern noch nicht die Aufmerksamkeit schenken können, die sie verdienen. Es bleibt hier noch ein weites Feld zu neuen Versuchen eröffnet.

II. *Untersuchungen über die Einwirkung des Ammoniaks auf die Chloride und Oxyde des Quecksilbers; von Robert Kane.*

(Auszug aus einem von dem Verfasser mitgetheilten Abzug der Abhandlung in den *Transact. of the Royal Irish Academy*, *Vol XVII.*)

I. Wirkung des Ammoniaks auf Quecksilberchlorid.

Man kann das Ammoniak auf zweierlei Art auf Sublimat einwirken lassen, gasförmig auf das trockne Chlorid, oder gelöst auf das ebenfalls gelöste Chlorid. Der erste Fall ist von Grouvelle und Rose untersucht [1]), der zweite von Fourcroy [2]), Hennell [3]), Guibourt [4]), Soubeiran [5]) und C. G. Mitscherlich [6]); dieser letztere Fall, bei dem bekanntlich der Mercurius praecipitatus albus entsteht, ist es allein, den der Verfasser für nothwendig hielt, einer neuen Untersuchung

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XX S. 158.

2) *Journal de l'Ecole polytechn. Vol. VI p.* 312.

3) *Quaterly Journal of Science, Vol. XVIII p.* 291.

4) *Journ. de Pharm. Vol. VI.*

5) *Journ. de Pharm. Vol. XII p.* 24. — *Annal. de chim. Vol. XXXVI p.* 220.

6) Poggendorff's Annalen, Bd. IX S. 410 (auch Bd. XVI S. 41).



zu unterwerfen, da die Resultate der bisherigen Versuche so sehr von einander abweichen.

1) Vom weifsen Quecksilberpräcipitat.

Wenn einer Sublimatlösung Ammoniakflüssigkeit hinzugesetzt wird, entsteht bekanntlich ein Niederschlag. Anfangs ist derselbe milchweifs, sehr flockig, nur langsam sich absetzend, fast wie Thonerde aussehend. Wird er mit sehr heifsem Wasser bereitet, oder wird er stark ausgewaschen, so verliert er seine weifse Farbe und nimmt eine gelbliche an. Durch Kochen mit der Flüssigkeit wird er sogar schon in wenigen Minuten vollkommen zersetzt, und in ein citrongelbes, sehr schweres und körniges Pulver umgewandelt.

An sich ist das weifse Präcipitat ganz unlöslich in Wasser; seine Auflöslichkeit ist nur scheinbar, und wird durch eine Zersetzung bedingt. In einer Glasröhre erhitzt, wird es schon unter Rothgluth zersetzt; Ammoniak und Stickgas, nebst etwas Wasser, entweichen und Calomel sublimirt, meistens geschwärzt durch etwas Ammoniak, von dem es jedoch leicht befreit werden kann.

In Salpeter- oder Chlorwasserstoffsäure löst es sich leicht; mit Kali, Natron, Kalk oder Baryt gemischt, wird Ammoniak entwickelt und die Masse gelblich, doch ist die Zersetzung, und bei jedem Ueberschufs von Alkali, die Austreibung des Ammoniaks niemals vollständig.

Wird zu ihm eine Lösung von Jodkalium hinzugesetzt, so schlägt sich rothes Quecksilberjodid nieder, viel Ammoniak entweicht, und die Flüssigkeit enthält freies Kali. Schwefelbariumlösung wirkt ähnlich, entwickelt alles Ammoniak und fällt alles Quecksilber als Bisulfuret.

Um das weifse Präcipitat ganz rein zu erhalten, mufs man folgendermafsen verfahren. Zu einer kalten Sublimatlösung giefse man Ammoniakflüssigkeit bis zu schwachem Ueberschufs, filtrire und lasse möglichst viel von der Flüssigkeit ablaufen, ehe man zu waschen beginnt.

ginnt. Nun wasche man es mit kaltem Wasser aus, aber mit nicht mehr als eben zur Entfernung der ursprünglichen Flüssigkeit nöthig ist, denn selbst kaltes Wasser, in Ueberschufs angewandt, zersetzt den Niederschlag zum Theil und raubt ihm seine milchweifse Farbe. Auf diese Weise erhält man ein ganz reines, zur Analyse anwendbares Product.

Die Analyse geschah nun folgendermafsen:

A. 100 Gran Sublimat wurden in kaltem Wasser gelöst, die Lösung durch Ammoniak bis zu geringem Ueberschufs gefällt, und der Niederschlag, der alles Quecksilber enthält, auf ein gewogenes Filter gebracht, mit kaltem Wasser gewaschen, getrocknet und gewogen. Die zurückgebliebene Flüssigkeit und das Waschwasser, welche einen Theil des Chlors als Salmiak enthalten, wurden mit Salpetersäure angesäuert und mit Silberlösung gefällt, das entstandene Chlorid auf ein gewogenes Filter gebracht und gewägt. So fanden sich:

Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	Mittel.
Niederschlag	91,3 ;	92,4 ;	92,9 ;	95,4 ;	93,4 ;	93,1
Chlor in der Flüssigkeit	12,9 ;	13,3 ;	13,15 ;	12,7 ;	12,95 ;	13,0

100 Gran Sublimat enthalten aber 74,09 Quecksilber und 25,91 Chlor, folglich enthielt die Flüssigkeit gerade die Hälfte von dem Chlor des Sublimats, und mithin sind in dem weifsen Präcipitat:

	In 93,1 Th.	In 100 Th.
Quecksilber	74,09	79,57
Chlor	12,91	13,87

B. Wird weifses Präcipitat erhitzt, so bekommt man Calomel, Gase und Wasser. Diese Thatsache, welche das oben gefundene Verhältnifs von Quecksilber und Chlor bestätigt, wurde folgendermafsen benutzt. Die Kugel einer kleinen tarirten Retorte wurde zur Hälfte

mit weissem Präcipitat gefüllt, dieses gewogen, die Kugel erhitzt, die Röhre so warm erhalten, dafs sich darin kein Wasser absetzen konnte, und dem Verluste von Calomel möglichst vorgebeugt. Nach vollständiger Sublimation war der Calomel immer durch freies Ammoniak geschwärzt, liefs man aber die Röhre erkalten und Luft hinzutreten, so erhielt man ihn bei abermaliger Erhitzung vollkommen weifs. Aus dem Gewichtsverlust ergab sich dann die Menge der verflüchtigten Bestandtheile, und folglich auch die des zurückgebliebenen Calomels. So wurden erhalten:

Versuch.	Präcipitat.	Calomel.	Calomel in 100 Th.
1	20,42	18,95	92,80
2	19,42	18,07	92,53
3	12,14	11,28	92,91
4	14,71	13,79	93,68.

100 Präcipitat enthalten hiernach 92,98 Calomel, worin 79,14 Quecksilber und 13,84 Chlor.

C. Der Quecksilbergehalt wurde auf gewöhnliche Weise bestimmt, nämlich das Präcipitat in Salzsäure gelöst, mit Zinnchlorürlösung gefällt und das Quecksilber in der Kälte getrocknet. 100 Präcipitat gaben einmal 77,3, ein anderes Mal 78,1, im Mittel also 77,7.

D. 105,4 Präcipitat wurden in Salzsäure gelöst, mit dem 4 fachen Volum an Wasser verdünnt, durch Schwefelwasserstoffgas das Quecksilber als Schwefelquecksilber gefällt, und aus der abfiltrirten Flüssigkeit und den Waschwässern der Salmiak durch Eintrocknen dargestellt. So wurden gefunden:

95,23 Schwefelquecksilber,
enthaltend 82,17 Quecks. u. 13,06 Schwefel
23,59 Salmiak, enthaltend 16,04 Salzs. u. 7,55 Ammon.
also in 100 Th. weifsen Präcipitats: 77,96 Quecksilber und 7,16 Ammoniak.

E. Das Ammoniak wurde noch auf zweierlei Weise

bestimmt, durch Fällung des Quecksilbers, ein Mal mit Schwefelbarium, und das andere Mal mit Jodkalium, Erhitzung der Flüssigkeit, Auffangung des Ammoniaks in einer Vorlage mit Salzsäure, und Eintrocknung. So wurden erhalten:

im ersten Fall 21,57 Salm., d. h. 14,85 Salzs. u. 6,72 Amm.
- zweiten - 19,83 - - - 13,50 - - 6,33 -

Die Methode *D* verdient indefs den Vorzug. Kali oder Kalk können nicht angewandt werden, da sie nur die Hälfte des Ammoniaks abscheiden.

F. In allen bisherigen Angaben über die Zusammensetzung des weifsen Präcipitats wird Sauerstoff als ein Bestandtheil angeführt, und zwar in solcher Menge, dafs er hinreichen würde das Quecksilber in Oxyd zu verwandeln. Nachstehende Versuche werden indefs zeigen, dafs es keinen Sauerstoff enthält. Wenn man weises Präcipitat erhitzt, bekommt man Ammoniak, Stickgas, Wasser und Calomel, aber niemals freien Sauerstoff. Aller Sauerstoff müfste demnach Wasser auf Kosten des Ammoniaks gebildet haben, und sich durch Auffangung und Wägung dieses Wassers bestimmen lassen.

Daher wurde in ein Retörtchen von 0,2 bis 0,3 Kubikzoll Inhalt und 2 Zoll langem Halse eine gewogene Menge Präcipitat gebracht, dasselbe mit einer gewogenen Röhre von trocknem Kalk oder geschmolzenem Aetzkali verbunden, und von letzterer eine enge Röhre in eine Quecksilberwanne geleitet. Nun wurde das Retörtchen erhitzt, der Calomel sublimirt, das Wasser in die Trokkenröhre getrieben und die Gase mit Beachtung des Baro- und Thermometerstandes über der Wanne aufgefangen.

Auf diese Weise wurden aus 20,47 Gran Präcipitat erhalten: Calomel 19,44 Gran, Wasser 0,14 Gran und Gas 4,24 Kubikzoll. Das Gas bestand aus 0,23 Kubikzoll im Apparate zurückgebliebener Luft, 1,34 Kubikzoll (0,404 Gran) Stickgas, und, durch Absorption von Wasser bestimmt, 2,67 Kubikzoll (0,488 Gran) Ammoniak,

wozu noch das zu addiren, welches beim Calomel blieb und ihn schwarz färbte. Nun aber gaben 100 Präcipitat, wie früher gezeigt, 92,28 Calomel; die 20,47 würden also gegeben: 19,135, und diese 0,305 Ammoniak aufgenommen haben.

Die Resultate dieses Versuches sind also, zusammengestellt mit einem zweiten ähnlichen, worüber das Detail nicht mitgetheilt ist, folgende:

Aus	Präcipitat	20,472	12,14
erhalten	Calomel	19,135	11,280
-	Stickgas	0,404	0,310
-	Ammoniak	0,793	0,470
-	Wasser	0,140	0,080.

Um alles Ammoniak zu erhalten, mufs noch das Stickgas auf Ammoniak berechnet werden. Diefs erhebt die Ammoniakmenge im

1. Versuch auf 1,282 oder 6,26 Procent
2. - - 0,845 - 6,96 -

Der Wassergehalt in diesen und zwei anderen Versuchen beträgt:

Versuch.	Präcipitat.	Wasser.	Wasser in Proc.
1	20,47	0,14	0,684
2	12,14	0,08	0,658
3	22,21	0,22	0,990
4	19,42	0,00	0,000

also im Mittel 0,583 Proc., oder so wenig, dafs man ihn als rein hygrometrisch betrachten kann.

Das Endresultat wäre also, dafs 100 Quecksilberpräcipitat bei der Zersetzung lieferten:

Quecksilber (*A*, *B*, *C*, *D*)	78,60
Chlor (*A*, *B*)	13,85
Ammoniak (*D*, *E*, *F*)	6,77
Wasser (*F*)	0,58
Verlust	0,20.

Der Verfasser discutirt nun die vor ihm von ande

ren Chemikern angestellten Analysen, zeigt das Ungenügende derselben, und sucht nun seine eigenen Resultate zu deuten.

Aus dem Verhalten des Oxamids, Benzamids u. s. w., bemerkt derselbe, folgt, dafs bei Einwirkung des Ammoniaks auf ein Oxyd, Wasser und eine Verbindung von N_2H_4 mit der Basis des Oxydes entstehen. Angenommen, dafs Aehnliches bei der Bildung des weifsen Präcipitats geschähe (d. h. das Ammoniak einen Theil seines Wasserstoffs an das Chlor eines Theils vom Quecksilberchlorid zur Bildung von Chlorwasserstoffsäure abträte), würde man die Formel aufstellen:

$$HgCl_2 + HgN_2H_4,$$

d. h. das Präcipitat als eine Verbindung von *Quecksilberchlorid* und *Quecksilberamid* ansehen können. Der Verfasser hält diese Ansicht für die wahrscheinlichste, theils wegen der Unnachweisbarkeit des Sauerstoffs, theils wegen der Zersetzbarkeit des Präcipitats durch Jodkalium, die gleichfalls für die Abwesenheit von oxydirtem Quecksilber spricht (da Quecksilberoxyd nicht von Jodkalium zersetzt wird); doch meint er, es sey auch nicht ganz unmöglich, dafs sich die gefundenen Resultate durch die Formel:

$$HgCl_2 + HgO.N_2H_6$$

ausdrücken liefsen. Die Zusammensetzung in 100 wäre dann:

nach der ersten Formel		nach der zweiten	
2Hg	=79,73	2Hg	=77,00
2Cl	=13,93	2Cl	=13,45
N_2H_4	= 6,34	O	= 3,04
		N_2H_6	= 6,51.



2) Von dem durch Wirkung des Wassers auf weifses Präcipitat gebildeten Pulver.

Weifses Präcipitat in Wasser gekocht, verwandelt sich in ein zeisiggelbes, schnell niederfallendes Pulver, welches, rasch getrocknet, körnig aussieht. Es ist nicht ganz unlöslich in Wasser, giebt bei Erhitzung Ammoniak, Stickgas und Wasser, und später ein Gemenge von Calomel und metallischem Quecksilber [1]). In Salz- und Salpetersäure löst es sich schnell; von Alkalien scheint es, aufser einer leichten Farbenveränderung, keine Wirkung zu erleiden, und mit Jodkalium digerirt, wird es, unter Entweichung von Ammoniak, braun.

Die Zusammensetzung dieses gelben Pulvers wurde auf folgende Weise ermittelt:

A. 100 Grn. Sublimat wurden in Wasser gelöst und mit Ammoniak in Ueberschufs versetzt, dann das Ganze gekocht, bis das weifse Präcipitat in das gelbe Pulver verwandelt war, und nun erst filtrirt und die Menge des Products gewägt. Die Flüssigkeit und das Waschwasser wurden, nach Ansäuerung mit Salpetersäure, durch Silberlösung gefällt, und das Chlorid bestimmt. In der Flüssigkeit war nur eine sehr geringe Spur von Quecksilber nachzuweisen. So wurden erhalten:

Versuch.	Gelbes Pulver.	Chlor in der Flüssigkeit.
1	83,5	19,25
2	83,3	18,50
2	84,7	18,90
Mittel	83,83	18,89.

Da nun der Sublimat in 100 enthält: 74,09 Quecksilber und 25,91 Chlor, so sind ihm drei Viertel seines Chlors entzogen worden, und das letzte Viertel mit allem Quecksilber findet sich im gelben Pulver. Dieses enthält demnach:

1) Dafs diese Zersetzung bis zur Bildung eines rothen Quecksilberoxyds gehen könne, wie überall angegeben wird, konnte der Verfasser nicht bestätigt finden.

	in 83,83 Theilen.	in 100 Theilen.
Quecksilber	74,09	88,381
Chlor	6,48	8,374.

B. Schon fertiges Präcipitat mit Wasser gekocht, giebt ebenfalls das gelbe Pulver, und eine Flüssigkeit, die nur Salmiak enthält. Auf eben genannte Weise verfahren, gaben 100 Präcipitat:

Versuch.	Gelbes Pulver.	Chlor in der Flüssigkeit.
1	90,00	5,93
2	88,50	6,50
3	90,30	6,40
Mittel	89,60	6,29.

Allein 100 Präcipitat enthalten 78,60 Quecksilber und 13,85 Chlor, folglich enthält das gelbe Pulver:

	in 89,60 Th.	in 100 Th.
Quecksilber	78,60	87,95
Chlor	7,56	8,44.

C. 100 Präcipitat, bis zur vollständigen Zersetzung mit Wasser gekocht, gaben 91,15 gelbes Pulver, und, nach Eintrocknung der Flüssigkeit, 10,23 Salmiak; letztere bestehen aus 6,76 Chlor, 0,19 Wasserstoff und 3,28 Ammoniak, folglich ist die Zusammensetzung des gelben Pulvers:

Quecksilber	86,23
Chlor	7,77
Ammoniak	3,83.

D. Wie schon erwähnt, zersetzt sich das gelbe Pulver in der Hitze in Ammoniak, Stickgas, Wasser, Calomel und Quecksilber. Wenn man diese Zersetzung in einer Retorte vornimmt und sorgfältig verfährt, so kann man Calomel und Quecksilber ohne Verlust sublimiren, während die Gase davon gehen. Auf diese Weise gaben:

Versuch.	Gelbes Pulver.	Calomel u. Quecksilber.	In 100 Th.
1	14,29	13,37	93,50
2	19,65	16,53	94,30
3	23,72	22,35	94,22
		Mittel	94,01.

Hieraus lassen sich die Mengen von Chlor und Quecksilber im sublimirten Rückstand berechnen. Ist nämlich x = der Menge des Chlors, y = der des Quecksilbers, a = dem Atomgewicht des Chlors und b = dem Atomgewicht des Quecksilbers, so hat man:

$$x + y = 94{,}01$$

$$\frac{x}{y} = \frac{a}{2b}$$ anderen Versuchen zufolge,

und hieraus:

$$y = \frac{2b \times 94{,}01}{a + 2b}.$$

Diefs giebt für 100 gelbes Pulver die Bestandtheile 86,46 Quecksilber und 7,55 Chlor.

E. 105,28 gelben Pulvers wurden in Salzsäure gelöst, die verdünnte Lösung mit Schwefelwasserstoff ausgefällt, das Schwefelquecksilber bestimmt, die Flüssigkeit eingetrocknet und der zurückbleibende Salmiak gewogen.

So fanden sich 103,71 Schwefelquecksilber (bestehend aus 14,22 Schwefel und 89,49 Quecksilber) und 12,86 Salmiak, bestehend aus 8,50 Chlor, 0,24 Wasserstoff und 4,12 Ammoniak.

Hienach enthält das gelbe Pulver:

	in 105,28.	In 100.
Quecksilber	89,49	85,00
Ammoniak	4,12	3,91.

Die verschiedenen Methoden haben also gegeben:

Methode.	Quecksilber.	Chlor.	Ammoniak.
A	88,381	8,374	
B	87,95	8,44	
C	86,23	7,77	3,83
D	86,46	7,55	
E	85,00		3,91.

Die Zusammensetzung des gelben Pulvers ist sodann:

	nach dem Mittel aus allen Versuchen.	nach Versuch *C*.
Quecksilber	86,80	86,23
Chlor	8,03	7,77
Ammoniak	3,87	3,83
Sauerstoff und Verlust	1,30	2,17
	100,00	100,00.

Die Resultate des Versuches *C* dürften der Wahrheit näher kommen als das Gesammtmittel, da bei *A* und *B*, wegen nicht völliger Unlöslichkeit, eine kleine Menge des Pulvers, etwa 1 bis 2 Proc., verloren ging, und dadurch die Menge des Chlors und Quecksilbers zu grofs ausfiel.

Was die Entstehung des gelben Pulvers aus dem weifsen Präcipitat betrifft, so würde sie, wenn man für letzteres die Formel $HgCl_2 + HgO . N_2H_6$ annimmt, gemäfs der Formel vor sich gehen [1]):

$$2(HgCl_2 + HgO . N_2H_6) + H_2O$$
$$= (HgCl_2 + Hg_3O_3 . N_2H_6) + Cl_2N_2H_8,$$

d. h. 2 Atome weifsen Präcipitats und 1 Atom Wasser würden zerfallen in 1 At. Salmiak ($Cl_2N_2H_8$) und 1 At. des gelben Pulvers ($HgCl_2 + Hg_3O_3 . N_2H_6$). Hienach würde letzteres in 100 bestehen aus:

1) Bei dieser theoretischen Erörterung sind wir in der Darstellung, obwohl nicht im Sinne, vom Verfasser etwas abgewichen. *P.*

Quecksilber	84,12
Chlor	7,36
Ammoniak	3,56
Sauerstoff	4,96.

Diese Verhältnisse weichen aber zu sehr von den beobachteten ab, als daſs sie annehmbar seyn könnten.

Weit besser stimmen die Resultate, wenn man für das weiſse Präcipitat die Formel $Hg\,Cl_2 + Hg\,N_2\,H_4$ zum Grunde legt. Dann hat man:

$$2(Hg\,Cl_2 + Hg\,N_2\,H_4) + 2H_2O$$
$$= (Hg\,Cl_2 + Hg_2\,O_2 + Hg\,N_2\,H_4) + Cl_2\,N_2\,H_8,$$

d. h. 2 At. Präcipitat und 2 At. Wasser zerfallen in 1 At. Salmiak und 1 At. des gelben Pulvers

$$(Hg\,Cl_2 + Hg_2\,O_2 + Hg\,N_2\,H_4).$$

Letzteres würde dann in 100 bestehen aus:

Quecksilber	85,72
Chlor	7,48
Amidogen	3,42
Sauerstoff	3,38.

Nach beiden Formeln würde das weiſse Präcipitat, übereinstimmend mit der Erfahrung, die Hälfte seines Chlors und seines Stickstoffs zur Bildung von Salmiak hergeben; allein nur die letztere giebt für das gelbe Pulver eine mit der Erfahrung übereinstimmende Zusammensetzung. Nach ihr würde es 3,63 Procent Salmiak liefern *).

3) Von der Wirkung [illegible] von Alkalien [illegible]

[illegible]

*) [illegible]

eben untersuchte gelbe Pulver erzeugt, dafs ferner Kali, welches, wie S. 371 erwähnt, aus dem Präcipitate nur die Hälfte des daraus entstehen könnenden Ammoniaks abscheidet, ebenfalls nur dieses gelbe Pulver bildet. Das mit Kali dargestellte Pulver ist zwar, wegen irgend einer Beimischung, heller von Farbe als das mit reinem Wasser bereitete, hat aber sonst gleiche Eigenschaften mit ihm, giebt nämlich bei Erhitzung Ammoniak, Stickgas und ein Sublimat von metallischem Quecksilber und Calomel, und verpufft bei schneller Erhitzung stärker als das reinere gelbe Pulver. Auch hat es dieselbe Zusammensetzung. 66,83 desselben in Salzsäure gelöst und die verdünnte Lösung mit Schwefelwasserstoffgas gefällt, gaben 67,70 Schwefelquecksilber, worin 58,42 Quecksilber. Aus der abfiltrirten und eingetrockneten Flüssigkeit wurden 6,58 Salmiak erhalten, entsprechend 4,35 Chlor, 0,12 Wasserstoff und 2,11 Ammoniak. Diese Resultate kommen der für das gelbe Pulver gefundenen Formel $HgCl_2 + 2HgO + HgN_2H_4$, nach welcher dasselbe in 66,83 enthalten würde: Quecksilber 57,30, Chlor 5,00, Amidogen 2,28 und Sauerstoff 2,25, so nahe, dafs die Identität als erwiesen anzusehen ist.

Die Angaben von Fourcroy, Grouvelle, Guibourt und Dumas, dafs sich, bei Einwirkung von überschüssigem Ammoniak, ein Quecksilberammoniak bilde, sind demnach nicht richtig.

Rose und Grouvelle haben gezeigt [1]), dafs, wenn man trocknes Ammoniak über geschmolzenes Sublimat streichen läfst, eine weifse Masse aus einem Atom von jedem erzeugt wird. Diese Masse, in Wasser gelöst, zerfällt in weifses Präcipitat und Alembrothsalz, wie aus folgender Formel erhellt:

$$4HgCl_2 + 4N_1H_3 = HgCl_2 + HgN_2H_4 + Hg_2Cl_4 . Cl_2N_2H_8 .$$

1) Was Hr. Kane bestätigt fand.

II. Von der Wirkung der Ammoniakflüssigkeit auf Quecksilberchlorür.

Uebergiefst man Calomel, gleichviel ob sublimirten oder präcipitirten, mit Ammoniakflüssigkeit, so wird die Masse augenblicklich schwarz, und bleibt es unverändert auch bei langem Kochen. So lange das Pulver feucht ist, bleibt es fast ganz schwarz, während des Trocknens wird es aber heller, und ganz getrocknet ist es fast dunkelgrau; wiederum befeuchtet, wird es aber auf's Neue schwarz; der Luft ausgesetzt oder mäfsig erhitzt, verändert es sich nicht, auch verliert es nichts an Farbe oder Gewicht, wenn es in einem Platintiegel auf dem Sandbade einige Stunden lang in der Temperatur 180° F. erhalten wird. Mit Wasser gekocht, scheint es keine Zersetzung zu erleiden. In einer Glasröhre erhitzt, giebt es erst eine Spur Wasser nebst viel Stickgas und Ammoniak, dann sublimirt Calomel nebst metallischem Quecksilber, und zuletzt tritt jenes Erglühen ein, das man bei so vielen Substanzen beobachtet.

Die Analyse dieses Körpers wurde auf folgende Art bewerkstelligt.

A. Calomel wurde einige Minuten lang mit Ammoniakflüssigkeit in grofsem Ueberschufs gekocht, das schwarze Pulver abfiltrirt, und aus der abgesonderten Flüssigkeit, nach deren Sättigung mit Salpetersäure, das Chlor durch Silber bestimmt.

I. 148,15 Cal. gab. 141,92 schwarz. Pulv. u. 44,44 Chlorsilb.
II. 153,36 - - 146,71 - - - 44,03 -

Aus bekannter Zusammensetzung des Calomels (der 14,883 Proc. Chlor enthält) ergeben sich hienach für das schwarze Pulver in 100:

	I.	II.	Mittel.
Quecksilber	88,85	88,98	88,91
Chlor	7,76	8,15	7,95
Andere Bestandtheile	3,39	2,87	3,14.

B. 101,37 Gran des schwarzen Pulvers mit starker Salzsäure gekocht und eine Lösung von Zinnchlorür hinzugefügt, gaben 89,39 Gran oder 88,18 Proc. Quecksilber. Diese Bestimmung mufs zu niedrig seyn, wie nothwendig die früheren des Quecksilbers und Chlors zu hoch.

C. Schwarzes Pulver wurde in verdünntem Königswasser gelöst, und die Lösung durch Schwefelwasserstoff ausgefällt. Das Schwefelquecksilber enthielt indefs beigemengten Schwefel. Es wurde daher in Salpetersäure aufgelöst, der Schwefel abfiltrirt, und die Flüssigkeit zur gänzlichen Befreiung von Chlor und freier Salpetersäure eingedampft. Nun wurde die Flüssigkeit abermals mit Schwefelwasserstoffgas gefällt. 51,42 Gran des Pulvers gaben so 52,39 Gran völlig schwarzen Schwefelquecksilbers, entsprechend 45,20 Gran oder 87,90 Proc. Quecksilber.

D. In einer Flasche mit gebogener Röhre, die in Salzsäure tauchte, wurden 66,43 Gran schwarzen Pulvers so lange mit einer Jodkaliumlösung gekocht, bis das Ammoniak ganz, und das Wasser zur Hälfte übergegangen war [1]). Die Flüssigkeit in der Vorlage, abgedampft, gab 6,96 Gran oder 3,36 Proc. Salmiak.

Hienach wurden in 100 erhalten:

Versuch.	Quecksilber.	Chlor.	Ammoniak.	Verlust.
A	88,91	7,95		
B	88,18			
C	87,90			
D			3,36	
Mittel	88,33	7,95	3,36	0,36.

1) Kali zerlegte das Pulver nur unvollständig; auch Destillation mit starker Salzsäure, zum Behufe einer Umwandlung in metallisches Quecksilber, Sublimat und Salmiak, erwies sich zur Bestimmung des Ammoniaks unzureichend.

Offenbar ist also das schwarze Pulver ein dem weifsen Präcipitat entsprechend zusammengesetzter Körper. Das wäfsrige Ammoniak entzieht dem Calomel die Hälfte des Chlors zur Bildung von Chlorwasserstoffsäure, und zwar entweder durch Zersetzung von Wasser, oder durch Zersetzung von Ammoniak. Im ersten Fall würde sich Quecksilberoxyd bilden und damit ein Theil des Ammoniaks verbinden, im letzten Fall ein Amid von niederer Stufe entstehen, in beiden Fällen aber noch Calomel (HgCl) in die Verbindung eintreten. Die Formel für den Körper wäre

im ersten Fall:

$$Hg_2\,Cl_2 + Hg_2\,O\,.\,N_2\,H_6$$
$$= Hg_4\,Cl_4 + N_2\,H_6 + H_2\,O - H_2\,Cl_2,$$

im zweiten Fall:

$$Hg_2\,Cl_2 + Hg_2\,N_2\,H_4 = Hg_4\,Cl_4 + N_2\,H_6 - H_2\,Cl_2,$$

und die procentische Zusammensetzung:

im ersten Fall.		im zweiten Fall.	
Quecksilber	87,00	Quecksilber	88,72
Chlor	7,59	Chlor	7,74
Sauerstoff	1,73	Amidogen	3,54
Ammoniak	3,68		100,00.
	100,00		

Nach der ersten Formel würde der Calomel 97,84, nach der zweiten 95,95 Proc. des schwarzen Pulvers geben. Die Versuche in *A* gaben 95,79 und 95,66 Proc. Letztere Formel stimmt also mit der Erfahrung, und giebt daher einen ferneren Beweis für die Annahme eines Amids.

Aus Obigem folgt, dafs Hennel's Angabe, nach welcher das schwarze Pulver aus 96 Proc. Quecksilber und 4 Proc. Sauerstoff bestehen soll, ganz unrichtig ist.

II. Von der Wirkung des Ammoniaks auf Quecksilberoxyd.

Da das Product dieser Verbindung, das mit Verffungsvermögen begabte Quecksilberammoniak, für die ieorie der Ammoniakverbindungen von großer Wichkeit ist, so verwandte der Verfasser auf die Darsteleg und Zerlegung desselben eine ganz besondere Sorgt.

Zur Darstellung desselben wurde eine Sublimatlöng mit Kali gefällt, und der gehörig ausgesüfste Nierschlag in wäfsriges Ammoniak eingetragen und einige ge damit in Berührung gelassen. Die Farbe desseln wurde nun um vieles heller, aber niemals ganz weifs, e Fourcroy und Thénard ihn erhalten haben wol, sondern immer mit einem Stich in's Gelbe. Andere rtionen frisch gefällten Oxyds wurden einige Minu lang mit Ammoniakflüssigkeit gekocht, bis jede Farnveränderung aufhörte. Alle diese Producte hatten selbe Farbe und dieselben Eigenschaften, daher sie ch ohne Unterschied zu den folgenden Analysen anwandt wurden.

Erhitzt, giebt diefs Ammoniuret viel Ammoniak und ckgas, auch reichlich Wasser; der Rückstand ist dunlroth, wie Quecksilberoxyd, nimmt aber beim Erkal wieder eine weifsliche Farbe an. Sichtlich ist er ch unzersetztes Ammoniuret, welches eben, wie andere ecksilberverbindungen, in der Hitze roth wird, und im Erkalten seine ursprüngliche Farbe wieder annimmt. e Zersetzung ist offenbar kein bloßes Zerfallen in Ammiak und Quecksilber, sondern vom Anfange bis zu de entweichen Wasser, Ammoniak, Stickstoff, Sauerff und metallisches Quecksilber. Auf glühende Kohle schüttet, verpufft es, aber schwächer als Knallgold. Salpeter- oder Salzsäure löst es sich leicht.

Die Zerlegung wurde einfach folgendermafsen bekt.

A. Das Ammoniuret wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, das Schwefelquecksilber abgesondert, die filtrirte Flüssigkeit eingetrocknet und der Salmiak bestimmt.

I. 72,07 Amm. gab. 70,08 Schwefelquecks. u. 9,21 Salmiak
II. 67,57 - - 65,37 - - - 8,15 -

Ist das Quecksilber als Oxyd im Ammoniuret, so sind hienach die Resultate in 100:

	I.	II.
Quecksilber	83,90	83,48
Sauerstoff	6,63	6,59
Ammoniak	4,07	3,86
Wasser und Verlust	5,40	6,07.

B. 52,22 Gr. in Salzsäure gelöst und mit Zinnchlorür versetzt, gaben 43,74 Gran oder 83,76 Proc. metallischen Quecksilbers.

C. Zur, wenigstens angenäherten, Bestimmung des Wassers wurde das Ammoniuret in einem Retörtchen von hartem Glase, dessen enger und langer Hals in eine mit Kali gefüllte Röhre führte, bis zur Rothgluth erhitzt, so dafs das Wasser an das Kali treten, das Quecksilber aber im Retortenhalse bleiben mufste.

12,38 Ammoniuret gaben so 10,35 Quecksilber, 0,67 Wasser und 1,36 Gase als Verlust; die letzteren bestehen aus Sauerstoff und Ammoniak. Berücksichtigt man diefs, so sind nach diesem Versuche die Bestandtheile in 100:

Quecksilber	83,62
Sauerstoff	6,60
Ammoniak	4,39
Wasser	5,39.

Das Mittel aus diesen vier Versuchen giebt für die Zusammensetzung des Ammoniurets in 100:

Queck-

		Berechnet.
Quecksilber	83,68	83,72
Sauerstoff	6,60	6,60
Ammoniak	4,10	4,72
Wasser	5,62	4,98.

Der berechneten Zusammensetzung, die, wie man sieht, sehr gut mit der beobachteten übereinstimmt, liegt zum Grunde die Formel:

$$3HgO + N_2H_6 + 2H_2O,$$

die, in der Annahme, dafs der Stickstoff als Amid in die Verbindung eingehe, sich auch so schreiben läfst:

$$2HgO + HgN_2H_4 + 3H_2O,$$

wodurch die Anordnung der Elemente der für das weifse Präcipitat angenommenen analog wird [1]).

III. *Beitrag zur näheren Kenntnifs der Zusammensetzung des weifsen Quecksilberpräcipitats und einiger anderen analogen Quecksilberverbindungen; von C. Ullgren.*

(*K. Vetensk. Acad. Handling. för* 1836.)

Eine neuerlich von Kane mit *Mercurius praecipitatus albus* oder sogenanntem Quecksilberoxydsalmiak angestellte Untersuchung, welche zum Zweck hatte, die Zusammensetzung dieses Körpers näher zu bestimmen, und die Ursachen des Widerspruchs in den früher von verschiedenen Chemikern darüber gelieferten Angaben aus-

1) Guibourt's Analyse, die einzige über diesen Körper vorhandene, gedenkt des Wassers mit keinem Worte, obwohl dasselbe gewifs wesentlich ist. Ihr Resultat würde der Formel:

$$3HgO + 2N_2H_6$$

entsprechen.

zumitteln, hat mir, da auch durch sie die Frage noch nicht vollständig entschieden zu seyn schien, Veranlassung zu einigen Versuchen gegeben, welche ich das ausgezeichnete Glück hatte gröfstentheils in dem Laboratorium und unter der Leitung des Hrn. Freiherrn v. Berzelius ausführen zu können, und welche ich hiemit wage, dem Urtheile der Königl. Academie der Wissenschaften vorzulegen.

Bei der Genauigkeit, welche die analytischen Methoden zur quantitativen Bestimmung von Chlor und Quecksilber, den Hauptbestandtheilen des Präcipitats, darbieten, ist es wunderbar, dafs die vielen Chemiker, welche einer nach dem andern die Zusammensetzung dieses Körpers auszumitteln gesucht haben, nicht früher sich bemühten, die Ursache der geringen Uebereinstimmung ihrer analytischen Resultate aufzufinden. Erst C. G. Mitscherlich richtete die Aufmerksamkeit hierauf, und zeigte, dafs das Präcipitat vom Wasser zersetzt werde und eine basischere Verbindung bilde. Dadurch war denn die Ursache der Verschiedenheit in den Resultaten der übrigen Chemiker aufgedeckt.

Robert Kane, welcher die Analyse des *Mercurius praecipitatus* und einiger ähnlichen Verbindungen von Chlor und Quecksilber zuletzt wiederholte, hat sich das Verdienst erworben, die Zusammensetzung des Präcipitats am richtigsten bestimmt, und das Verhalten desselben zu Wasser und Alkalien vollständiger als bisher kennen gelehrt zu haben. Seine Analysen, welche mit grofser Genauigkeit angestellt su seyn scheinen, stimmen am nächsten mit denen von C. G. Mitscherlich und Guibourt, weichen aber doch von beiden ab, hinlänglich beweisend, dafs die Zusammensetzung des Präcipitats nicht so seyn kann, wie sie sich aus deren Analysen ergiebt, oder wenigstens nicht die, welche nach Mitscherlich's Resultaten angenommen und bisher durch die Formel $\text{N}\!\!\!-\text{H}^4\text{Cl} + 2\,\dot{\text{Hg}}$ ausgedrückt wurde. Zum

leichteren Vergleich der Ansichten über die Zusammensetzung des Präcipitats, zu denen Mitscherlich's und Kane's Versuche Anlafs geben, glaube ich hier das Resultat der Analysen beider Chemiker anführen zu müssen:

Mitscherlich erhielt von 100 Th. weifsen Präcipitats:

Quecksilber	76,19
Chlor	13,82
Ammoniak	7,10
Sauerstoff	3,01.

Nach der Formel $NH^4Cl + 2\dot{H}g$ müfsten 100 Th. enthalten:

Quecksilber	74,43
Chlor	13,01
Ammoniak	6,31
Sauerstoff	5,88.

Kane fand:

Quecksilber	78,60
Chlor	13,85
Ammoniak	6,77
Hygroskop. Wasser Sauerstoff u. Verlust	0,78

Keine dieser Analysen berechtigt also, das weifse Präcipitat als bestehend aus 1 At. Salmiak und 2 At. Quecksilberoxyd anzusehen. Dagegen stimmt Mitscherlich's Analyse näher mit der Formel $HgCl + \dot{H}gNH^2$, nach welcher erhalten werden müfsten:

Quecksilber	77,00
Chlor	13,45
Ammoniak	6,51
Sauerstoff	3,04.

Gegen diese Ansicht spricht aber wieder der Umstand, dafs Kane bei mehrfach wiederholten Analysen eine so geringe Menge Sauerstoff erhalten hat, dafs man denselben nur mit geringer Wahrscheinlichkeit als we-

sentlichen Bestandtheil des Präcipitats ansehen kann. Auf diesen Umstand hat auch Kane mit Recht großes Gewicht gelegt, und zugleich, darauf gestützt, der Ansicht den Vorzug gegeben, dafs das Präcipitat kein Quecksilberoxyd enthalte, sondern eine Verbindung von Quecksilberoxyd und Quecksilberamid sey, unter Amid den Körper verstanden, welcher in das Benzamid, 2 At. Oxamid u. s. w. eingeht, und aus 1 At. Stickstoff und Wasserstoff besteht.

Nach der letzteren Ansicht, d. h. nach der Ansicht, dafs das Präcipitat $= HCl + HgNH^2$ wäre, müfsten 100 Th. desselben geben:

Quecksilber	79,73
Chlor	13,93
Ammoniak	6,73 = 6,34 Amid.

Mit dieser Formel stimmt Kane's Analyse auf eine befriedigende Weise, und noch mehr, wenn man, wegen der, obwohl höchst geringen, Menge Wasser, welche beim Versuche erhalten wurde, sich den Argwohn erlaubt, dafs das zur Analyse angewandte Präcipitat nicht vollständig getrocknet war, was natürlicherweise auf die Menge der bei der Analyse erhaltenen Producte, besonders des Quecksilbers, verringernd einwirken mufste.

Kane's Versuche geben der Vorstellung, dafs Quecksilberamid mit Quecksilberchlorid im Präcipitat vereinigt sey, viele Wahrscheinlickeit; allein bei einer Frage von so delicater Natur kann diese Ansicht nicht eher für gültig erachtet werden, als bis die Abwesenheit des Sauerstoffs in der Verbinduug vollständig durch Versuche erwiesen ist. Kane hat dergleichen Versuche nicht angestellt, sondern die Bestätigung seiner Ansicht künftigen Untersuchungen über das Verhalten anderer Metalle zum Ammoniak überlassen. Klar ist indefs, dafs solche Untersuchungen, auch wenn sie mit der von Kane angewandten Sorgsamkeit angestellt würden, doch leicht Zweifel übrig lassen könnten, besonders weil, ich glaube,

keins der übrigen Metalle sich besser als das Quecksilber zur Entscheidung dieser Frage eignet. Ist dagegen die Frage durch Versuche mit einem solchen Metalle, welches in diesem Falle als sichere Resultate liefernd angesehen werden kann, entschieden worden, so dient hernach die Analogie als Richtschnur zur Beurtheilung des Verhaltens anderer Metalle, bei denen der Versuch nicht mit Sicherheit entscheiden kann.

Die von mir mit dem Präcipitat angestellten Versuche hatten also die Absicht zu entscheiden, ob dasselbe Sauerstoff enthalte oder nicht. Ich bin dabei von dem Gesichtspunkt ausgegangen, dafs, wenn das Präcipitat Quecksilberchlorid verbunden mit Quecksilberoxydammoniak enthalte, bei Hinüberleitung von trocknem Chlorwasserstoffgase über dasselbe, Wasser und folglich flüssige Salzsäure gebildet werden müsse, dafs dagegen, wenn das Präcipitat Quecksilberchlorid verbunden mit Quecksilberamid enthalte, weder Wasser noch flüssige Salzsäure entstehen könne. Die Wägung des Rückstands giebt überdiefs eine Controle, weil man nach der Ammoniakformel einen geringeren Rückstand als nach der Amidformel erhalten mufs.

Da, nach Kane's Erfahrung, das weifse Präcipitat vom kalten Wasser allmälig und vom warmen Wasser ganz schnell in eine basische Verbindung verwandelt wird, so habe ich es mir angelegen seyn lassen, zur Analyse ein von dieser Einmengung freies Präcipitat zu erhalten. Ich habe daher das Präcipitat im unvollkommen ausgewaschenen Zustande, also noch verunreinigt mit Salmiak, angewandt; diese Verunreinigung konnte keinen andern Einflufs auf das Resultat ausüben, als dafs er den Verlust unbedeutend gröfser machte, als er sonst gewesen seyn würde.

Das Präcipitat legte ich in eine von zwei Kugeln, geblasen aus einem Glasrohr, welches so gebogen war, dafs die Kugeln in eine Schale mit Wasser getaucht



werden konnten. Während der Erhitzung wurde mittelst eines Blasebalgs über Chlorcalcium getrocknete Luft durch die Kugeln geleitet. Als das Präcipitat nichts mehr an Gewicht verlor, wurde es zur Analyse gewogen und darauf einem Strom von trocknem Chlorwasserstoffgase ausgesetzt, nachdem zuvor die Feuchtigkeit, welche es möglicherweise beim Wägen absorbirt haben könnte, durch erneutes Einblasen von trockner Luft ausgetrieben worden war. Während das Chlorwasserstoffgas, welches aus umkrystallisirtem und geschmolzenem Chlornatrium mit destillirter Schwefelsäure entwickelt worden war, durchströmte, wurde das Präcipitat erhitzt, anfangs nur bis 100°, indefs fast eine Stunde lang, dann aber allmälig stärker, bis die Masse vollkommen geflossen war; sie bildete eine durchsichtige Flüssigkeit, welche aus Quecksilberchlorid und Salmiak bestand. Beachtet man beim Erhitzen diese Vorsicht nicht, so geschieht es leicht, dafs Theile vom Präcipitat, welche nahe an den Wänden der Kugel liegen und die Hitze am schnellsten bekommen, zersetzt werden, ehe das Chlorwasserstoffgas die Masse durchdrungen hat; das Präcipitat wird dann an diesen Stellen gelb und verwandelt sich in Calomel, wie wenn es für sich erhitzt wird. Während der Operation bildete sich eine höchst geringe Menge eines Sublimats, welcher Salmiak und Quecksilberchlorid enthielt, aber keine Spur von flüssiger Salzsäure konnte entdeckt werden. Nachdem hinlänglich Chlorwasserstoffgas durchgeleitet worden, wurde das überflüssige Gas durch trockne Luft ausgetrieben, und darauf die Glasröhre mit den Kugeln gewägt.

I.	Gewicht des Präcipitats nach Trocknung im Wasserbade	=0,807
	Gewicht des Products nach Hinüberleitung von Chlorwasserstoffgas	=1,029
II.	Gewicht des Präcipitats	=1,350
	Gewicht des Products	=1,736.

Bei dem ersten Versuch hätte, nach der Amidformel, 1,038 Rückstand erhalten werden müssen, denn:

$$\frac{(HgCl+HgNH^2)}{3176,289} : \frac{(HgCl+HgNH^2)+2ClH}{4086,549} = 0,807 : x$$

$$x = 1,038;$$

während nach der Ammoniakformel der Rückstand hätte 1,0027 wiegen müssen, denn:

$$\frac{HgCl+HgNH^3}{3288,76} : \frac{(HgCl+HgNH^3)-100+Cl+HCl}{4086,549}$$

$$= 0,807 : x = 1,0027.$$

Bei dem letzteren Versuch hätte der Rückstand wiegen müssen, nach der Amidformel: 1,747, nach der Ammoniakformel aber nur 1,687.

Hieraus folgt nun deutlich, dafs das Präcipitat keinen Sauerstoff enthält. Aber es bleiben noch anderweitige Fragen in Betreff der Zusammensetzung des Präcipitats zu beantworten übrig. Bekanntlich absorbirt der Calomel Ammoniakgas, und bildet damit eine Verbindung, welche auf 1 Atom Quecksilberchlorür 1 Doppelatom Ammoniak enthält. Dieser Körper ist schwarz und zerfällt wieder in Calomel und Ammoniak, wenn man ihn entweder an der Luft liegen läfst oder gelinde erhitzt. Nun fragt sich: Ist das Präcipitat eine mit diesem Körper isomerische Verbindung, und hat es seine gröfsere Beständigkeit und seine Verschiedenheit in den Eigenschaften seiner Bildungsweise zu denken.

Wäre diefs der Fall, so müfste erstlich, damit sich ein solcher sauerstofffreier Körper aus Quecksilberchlorid und Ammoniakflüssigkeit bilden könnte, nothwendig Stickgas entwickelt werden, weil in diesem Fall ein Theil des Ammoniaks seinen ganzen Wasserstoffgehalt an einen anderen Theil Ammoniak abgeben müfste, zur Bildung des Ammoniums, welches sich mit dem Chlor der Hälfte des Quecksilberchlorids verbände. Allein bei der Bildung des Präcipitats, nach der bekannten Methode, entwickelt sich durchaus kein Stickgas; die Entstehung

desselben mufs also unwiderleglich darauf beruhen, dafs 2 Atome Ammoniak 1 Atom Ammonium bilden, und dieses sich mit dem halben Chlorgehalt von 2 At. Quecksilberchlorid zu Salmiak vereinigt, worauf 1 At. Amid übrig bleibt, welches sich mit dem rückständigen Quecksilber und Chlor zu Quecksilberchlorüramid verbindet, oder, was wahrscheinlicher ist, zu einer basischen Verbindung von Quecksilberchlorid und Quecksilberamidid. Zweitens müfste, wenn man Chlorwasserstoffgas über Präcipitat leitet, Calomel übrig bleiben; allein diefs geschieht nicht, wie schon erwähnt, sondern der Rückstand, welcher in der Hitze flüssig ist (was beim Calomel nicht der Fall seyn könnte), löst sich in Wasser und ist Quecksilberchlorid, wie es seyn mufs, wenn das Präcipitat eine Verbindung von Quecksilberchlorid und Quecksilberamidid ist.

Die andere Frage, welche aufgeworfen werden könnte, wäre die: Ob nicht das Präcipitat im Bildungszustande Quecksilberoxydammoniak enthielte, und dieses erst beim Trocknen bei 100° zerstört wurde, in der Weise, dafs 1 Atom Wasser sich bildete und fortginge, während das Quecksilberamidid-Chlorid zurückbliebe. Aber auch dieses ist nicht der Fall, weil das Präcipitat, welches unter der Luftpumpe vollständig ausgetrocknet worden ist, nichts verliert, wenn es bis 100° erhitzt wird. Aus den eben angeführten Thatsachen möchte es wohl vollständig bewiesen seyn, dafs das weifse Präcipitat wirklich Amid enthält, dessen Gegenwart bisher nur hypothetisch war.

Ein dem Präcipitat analoger Körper, welcher Quecksilberchlorür enthält, bildet sich, wenn Calomel eine Weile mit Aetzammoniak erhitzt wird. Noch feucht ist er schwarz, wird aber beim Trocknen schwarzgrau. Auch über diesen Körper, dessen procentische Zusammensetzung von Kane bestimmt worden, habe ich Salzsäuregas geleitet, auf die beim Präcipitat genannte Weise. Das Gas wurde bei etwa 50° C. mit Leichtigkeit absor-

lbirt, und die Masse wurde weifs. Gegen Ende der Operation wurde die Temperatur allmälig erhöht, bis sich Calomel anfing zu sublimiren; von flüssiger Salzsäure konnte keine Spur entdeckt werden.

1,407 von dem im Wasserbade getrockneten schwärzgrauen Körper gaben nach Hinüberleitung von trocknem Salzsäuregas	1,633
Nach der Amidformel hätten erhalten werden müssen	1,631
Nach der Ammoniakformel	1,571

Die Zusammensetzung dieses Körpers ist also:

$$HgCl + HgNH^2,$$

womit auch das Resultat von Kane's Analyse so nahe wie möglich übereinstimmt.

Ich erwähnte zuvor, dafs das Präcipitat durch Behandlung mit Wasser zersetzt wird in Salmiak und eine basischere Verbindung, welche, nach Kane's Versuchen, halb so viel Chlor und doppelt so viel Quecksilber als das Präcipitat, und, wie dieser, Stickstoff und Wasserstoff enthält. Ungeachtet nun alle Wahrscheinlichkeit in der Vorstellung liegt, dafs der Stickstoff und Wasserstoff hier, wie beim Präcipitat, als Amid, und nicht als Ammoniak vorhanden sind, weil im letzteren Falle die Entstehung des besagten Körpers auf entgegengesetzten Verwandtschaftsäufserungen, als die der Bildung des Präcipitats zum Grunde liegenden, beruhen müfste, so habe ich doch geglaubt, diefs durch directe Versuche entscheiden zu müssen, sowohl wegen des Interesses, welches die sichere Kenntnifs der Zusammensetzung dieses Körpers an sich besitzt, als auch wegen der daraus fliefsenden Anleitung zur richtigeren Beurtheilung der Zusammensetzung verschiedener basischen Quecksilber-Sauerstoffsalze, die man bisher für ammoniakhaltig angesehen hat. Ich werde daher ein Paar einfache Versuche anführen, welche ich hoffe für hinlänglich beweisend beach-

tet werden, daſs Wasserstoff und Stickstoff als Amid in den besagten Körper eintreten.

1) Der gelbe Körper, welcher durch Behandlung des Präcipitats mit Wasser erhalten wird, wurde bis 90° oder 100° C. erhitzt, in einer Flasche mit dem ersten Hydrat der Salpetersäure, welches im Wasserbade zuvor von aller salpetrigen Säure befreit worden war, und noch warm darauf gegossen wurde. Nachdem die Einwirkung eine Weile gedauert hatte, fing eine reichliche Entwicklung von salpetriger Säure an. Daſs die rothen Dämpfe nicht von einer Zersetzung der concentrirten Salpetersäure mit dem gebildeten salpetersauren Ammoniak herrührten, davon überzeugte ich mich dadurch, daſs eine Quantität trocknen salpetersauren Ammoniaks fast eben so groſs als die zum Versuch genommene Menge Quecksilbersalz, nach halbstündlicher Erwärmung mit concentrirter Salpetersäure im Wasserbade, nur dem Geruch nach salpetriger Säure gab, aber keine rothen Dämpfe; auf dieselbe Weise behandelte ich krystallisirtes Quecksilberchlorid mit Salpetersäure, ohne aber Geruch oder Dämpfe von salpetriger Säure entdekken zu können.

2) Oxydbasisches Quecksilberchlorid, $Hg\,Cl + 3\dot{H}g$, welches, wie die Formel zeigt, dieselbe Anzahl Quecksilber- und Chloratome enthält, wie der gelbe Körper, und welches durch Kochen von Quecksilberoxyd mit Ueberschuſs von Quecksilberchlorid erhalten war, wurde, nach vorheriger Trocknung bei 100° C., bis zu einer Temperatur von etwa 150° C. in einem Strom von trocknem Ammoniakgas erhitzt. Dabei bildeten sich Wasser und ein gelber Körper von ganz gleichem Ansehen mit dem, welcher durch Zersetzung des Präcipitats mit Wasser oder Alkali entsteht. Auch stimmte er in den Eigenschaften mit ihm überein. Behandelt mit einer Lösung von Aetzkali, entwickelte er auch kein Ammoniak, selbst nicht bei Erhitzung. Dieſs Verhalten steht in voll-

kommener Uebereinstimmung mit dem Resultat des hier angeführten Versuchs; denn aus demselben erhellt, dafs die Verwandtschaft des Wasserstoffs zum Sauerstoff, zur Wasserbildung, und die des Quecksilbers zum Amid gröfser ist als die Verwandtschaft des Quecksilbers zum Sauerstoff; deshalb erfolgt auch bei Zusatz von Kali keine Wasserzersetzung, ohne welche hier wiederum kein Ammoniak entwickelt werden kann. Dagegen entwickelt der Körper Ammoniak mit KS, sich in Schwefelquecksilber verwandelnd, und mit Salpetersäure giebt er rothe Dämpfe aus. Die salpetrige Säure hat also in diesen beiden Versuchen auf keine andere Weise entstehen können, als durch die Gegenwart von metallischem Quecksilber, welches sich auf Kosten der Salpetersäure oxydirte. Nachdem der Versuch solchergestalt gezeigt, dafs metallisches Quecksilber in der Verbindung vorhanden, ist auch zugleich bewiesen, dafs Wasserstoff und Stickstoff als Amid darin enthalten sind, aus Gründen, die durch die Betrachtung der Zusammensetzung des Präcipitats, aus welchem der gelbe Körper entsprungen, Jedem ohne besondere Auseinandersetzung deutlich seyn müssen.

Nachdem der Versuch nunmehr handgreiflich ergeben, dafs das Quecksilberamidid in Verbindung mit Quecksilberoxyd existiren kann, mufs ungezwungen die Vermuthung entstehen, dafs die, durch Einwirkung des Ammoniaks auf das salpetersaure Quecksilberoxydul und Oxyd entstehenden basischen Verbindungen von ganz analoger Beschaffenheit wie die hier beschriebenen sind. Wie bekannt, hat C. G. Mitscherlich, welcher die meisten dieser Verbindungen untersuchte, sie als zusammengesetzt aus wasserfreiem salpetersauren Ammoniak ($NH^3 \dot{\ddot{N}}$) und Oxydul oder Oxyd betrachtet. Allein die Unwahrscheinlichkeit, dafs sich, bei Gegenwart von Wasser, wasserfreies Ammoniaksalz bilde, oder, wenn wir diese Verbindungen als zum Theil basisch von Ammoniak betrach-

ten, dafs das Begehren von NH^3, als Substitut für Quecksilberoxyd oder Oxydul in ein basisches schwerlösliches Salz einzutreten, gröfser sey als dessen Verwandtschaft zum Wasser, wenn solches zugegen ist, um damit Ammoniumoxyd zu bilden, und sich sodann mit der Säure oder dem Oxyd zu verbinden, was nach der Theorie geschehen müfste, spricht überdiefs dafür, dafs diese Verbindungen eher Amid als Ammoniak enthalten, nachdem wir nämlich durch die Analyse wissen, dafs sie kein Wasser enthalten, und folglich auch kein Ammoniumoxyd.

Ich habe indefs keine Versuche mit diesen salpetersauren Salzen angestellt, aus Furcht, die anwesende Salpetersäure möchte durch ihre Einwirkung auf die anzuwendenden Reagenzien zu verwickelten Resultaten Anlafs geben. Statt dessen habe ich den Versuch mit einem basisch schwefelsauren Salz angestellt, welches nach der Analyse 4 At. Quecksilber und 1 At. Schwefelsäure enthält. Dieses Salz bekommt man durch Behandlung von neutralem schwefelsauren Quecksilberoxyd mit ätzendem Ammoniak, in Gestalt einer weifsen Masse, welche frisch gefälltem Zinnoxyd gleicht, und nach dem Trocknen sich etwas in's Gelbe zieht. Dasselbe Salz entsteht, wenn man die abfiltrirte Flüssigkeit, welche Ueberschufs an Ammoniak enthält, langsam abdunsten läfst oder mit Wasser fällt, oder endlich, wenn man *Turpethum minerale* ($Hg^3\dddot{S}$) in der Wärme mit schwefelsaurem Ammoniak behandelt, bis der Rückstand weifs ist. Im letztgenannten Fall beruht die Bildung der basischen Verbindung auf der Eigenschaft des schwefelsauren Quecksilberoxyds, mit schwefelsaurem Ammoniak ein lösliches Salz zu geben, so dafs bei dieser Gelegenheit aus 2 At. $\dot{H}g^3\dddot{S}$ und 3 At. $\dot{N}H^4\dddot{S}$ entstehen 1 At. $(\dot{H}g\dddot{S}+2\dot{H}g+HgNH^2)+2$ At. $(\dot{H}g\dddot{S}+\dot{N}H^4\dddot{S})$. Ein weniger basisches Salz habe ich nicht darstellen gekonnt, falls es sich

nicht bei Hinleitung von Ammoniakgas über trocknes schwefelsaures Quecksilberoxyd bildet, wobei die Masse grau wird, ohne dafs Wasser entsteht, was zu beweisen scheint, dafs eine dem *Mercurius praecipitatus* analoge Verbindung neben schwefelsaurem Ammoniumoxyd erzeugt wird. Das basisch schwefelsaure Salz entwickelte Ammoniak mit KS, aber nicht mit Aetzkalilauge; ein Verhalten, welches bei allen bisher bekannten Quecksilberamidsalzen, die 4 At. Metall enthalten, sich darbietet. Um das Salz auf Amid zu prüfen, leitete ich, während es im Wasserbade erhitzt wurde, schwefelsaures Gas darüber, in der Absicht, es dadurch in schwefligsaures Quecksilberoxydul zu verwandeln, und das Gewicht des Products zu bestimmen, das natürlich verschieden seyn mufste, je nachdem das Salz Amid oder Ammoniak enthielt. Allein im Laufe dieser Operation wurde auch ein Theil des gebildeten Oxydulsalzes reducirt, so dafs auf diese Weise kein Resultat erhalten wurde. Als dagegen das Salz auf zuvor genannte Weise mit concentrirter Salpetersäure behandelt wurde, entwickelten sich rothe Dämpfe von salpetriger Säure, und in der Lösung fand sich Ammoniak. Hieraus und aus den beim gelben Körper angeführten Gründen folgt, dafs auch dieses Sauerstoffsalz Amid enthält, und dafs dessen Formel ist: $=\dot{H}g\dddot{S}+2\dot{H}g+HgNH^2$. Das Resultat der Einwirkung von Salpetersäure auf diese Art Salze halte ich für so entscheidend, dafs ich mich jedes Versuchs zur quantitativen Bestimmung der in ihnen enthaltenen Menge von Stickstoff und Wasserstoff überheben zu können glaubte. Ich habe die Untersuchung nicht auf ähnliche, mit anderen Säuren gebildete Quecksilbersalze ausgedehnt, weil die von mir bei dem oben beschriebenen Salze erhaltenen Resultate mit grofser Wahrscheinlichkeit als gültig für alle ähnliche, durch Einwirkung von Ammoniakflüssigkeit entstehende Quecksilbersalze angesehen werden können. Ich habe mich daher mit dem allgemeinen Re-

sultat begnügt, besonders da meine Untersuchung nur darauf abzielte, ein solches zu erhalten.

Ob endlich die angeführten Verbindungen als Doppelsalze betrachtet werden müssen oder als basische Salze, worin das Quecksilberamidid ganz oder zum Theil das Oxyd ersetzt, mufs noch unentschieden bleiben. Indefs dürfte, meiner Meinung nach, der Ansicht, zufolge welcher die Quecksilberamid-Verbindungen basische Salze sind, bis weiteres der Vorzug gelassen werden, da nach der anderen Vorstellungsweise alle die Salze, welche 3 Atome Quecksilber enthalten, z. B. die meisten von denen, welche neuerlich Harff mit Pflanzensäure darstellte, und welche, obwohl durch Versuche nicht erwiesen ist, dafs sie Amid enthalten, mit aller Wahrscheinlichkeit als analog den zuvor beschriebenen Salzen angesehen werden können, Doppelverbindungen seyn würden von einem neutralen Sauerstoffsalz und einem sauerstoffbasischen Amidsalz, oder umgekehrt, z. B.:

$$(\dot{Hg}\bar{A} + \dot{Hg}) + (Hg NH^2)$$

— ein Verbindungsverhältnifs, das wenigstens bisher ungewöhnlich ist [1]).

1) Schliefslich sey hier bemerkt, dafs Berzelius in seinem neuesten Jahresberichte, bei Gelegenheit der Anführung von Kane's und Ullgren's Untersuchungen, den Vorschlag macht, dem Körper NH^2 den Namen *Amid* zu lassen (also nicht *Amidogen* zu nennen, wie Kane gethan), die Verbindungen desselben aber, die den Chlorüren und Chloriden entsprechen, *Amidür* und *Amidid* zu nennen. *P.*

IV. *Beiträge zur organischen Chemie; von C. Löwig.*

Einwirkung des Kaliums auf Weingeist[1]).

Wird Kalium mit wasserfreiem Weingeist in Berührung gebracht, so findet sogleich eine starke Entwicklung von Wasserstoffgas statt. Die Einwirkung des Kaliums ist mit beträchtlicher Wärmeentwicklung verbunden, weshalb der Apparat, in welchem der Versuch vorgenommen wird, kalt gehalten werden mufs. Hat man nach und nach so viel Kalium mit dem Weingeist in Berührung gebracht, dafs kein Gas mehr entweicht, so erhält man nach dem Erkalten eine weifse krystallinische Masse; diese schmilzt schon in ganz gelinder Wärme, und wird sie bis auf 60° bis 80° erwärmt, so verflüchtigt sich eine nicht unbedeutende Quantität Weingeist. Diese krystallinische Verbindung läfst sich daher als zusammengesetzt aus einer organischen Verbindung mit Kali und unzersetztem Weingeist betrachten. Erhält man, selbst bei einer Temperatur, bei welcher sich die Kaliverbindung zu zersetzen beginnt, keinen Weingeist mehr, so kann man dieselbe für rein betrachten. In diesem Zustande erscheint die Kaliverbindung als eine weifse, sehr lockere, geruchlose, stark ätzende Masse, welche

1) Die Versuche, welche den Gegenstand gegenwärtiger Abhandlung ausmachen, sind von mir schon vor 7 bis 8 Monaten angestellt worden. Schon im Juli habe ich die Resultate Gmelin in Heidelberg, so wie mehreren Gelehrten in Berlin mitgetheilt. Erst von Hrn. Mohr in Coblenz erfuhr ich, dafs auch Liebig im Julihefte der Annalen Einiges über die Einwirkung des Kaliums auf Weingeist mitgetheilt habe, und die neue Verbindung als Aetherkali betrachte. Jedoch war im November das Juliheft in Zürich noch nicht angekommen.

bei einer gewissen Temperatur schmilzt, und noch höher erhitzt, sich unter Entwicklung von brennbarem Gase und Zurücklassung einer schwarzen, pyrophorischen, ätzenden Masse vollständig zerlegt. Wird die reine Kaliverbindung mit etwas Wasser zusammengebracht, so zersetzt sie sich augenblicklich, unter Bildung von Weingeist und Kalihydrat. Setzt man dieselbe einige Zeit der Luft aus, so färbt sie sich gelb, und liefert dann, bei der Destillation mit Phosphorsäure, eine nicht unbedeutende Menge Essigsäure. Zersetzt man Weingeist mit Kalium, und fügt man sogleich nach beendigter Reaction etwas Phosphorsäure zur rückständigen Flüssigkeit, so bleibt nach dem Abdampfen reines phosphorsaures Kali, und es verdunstet nichts anderes als wäfsriger Weingeist.

Die mitgetheilten Erscheinungen treten aber nur dann auf die angegebene Weise ein, wenn die Versuche so schnell als möglich beendigt werden. Je länger sie dauern, je länger nämlich der noch unzersetzte Weingeist mit der neugebildeten Kaliverbindung in Berührung bleibt, desto verwickelter werden dieselben. Die Masse färbt sich dann gelb, es bildet sich Essigsäure, wahrscheinlich Aldehydharz etc. Auch ist eine vollständige Abhaltung der Luft und die Anwendung von vollkommen wasserfreiem Weingeist nothwendige Bedingung zur Darstellung der reinen Kaliverbindung. Ist diese vollständig vom Weingeist getrennt, so kann man sie lange unverändert aufbewahren. Bringt man sie nach mehreren Wochen mit Wasser in Berührung, so erhält man, aufser Weingeist und Kali, kein anderes Product.

Zusammensetzung und Natur der Kaliverbindung.

Eine Elementaranalyse läfst sich mit der Verbindung nicht vornehmen, weil das Kali eine genaue Bestimmung der Kohlensäure nicht zuläfst. Die Zusammensetzung kann aber auf rein theoretischem Wege ermittelt

telt werden. Die Menge des Wasserstoffs, welche durch die Einwirkung des Kaliums frei wird, mufs sich nämlich zum Sauerstoff, welcher mit dem Kalium in Verbindung geht, verhalten wie im Wasser, weil die Kaliverbindung, mit Wasser zusammengebracht, wieder Weingeist liefert, was nur durch Wasseraufnahme erfolgen kann. Es entsteht nun die Frage: Entzieht das Kalium dem Weingeist ein oder zwei Atome Sauerstoff? Wird zuerst angenommen, das Kalium entziehe dem Weingeist zwei Atome Sauerstoff, so mufs eine Verbindung von Kohlenwasserstoff mit Kali erhalten werden, und diese Verbindung wird, wenn sie einer trocknen Destillation bei sorgfältig abgehaltener Luft unterworfen wird, einen Rückstand, bestehend aus Kohle und reinem Kali, hinterlassen müssen. Nimmt aber das Kalium aus dem Weingeist nur ein Atom Sauerstoff auf, so wird die gebildete Kaliverbindung, bei abgehaltener Luft zerstört, einen Rückstand geben müssen, der aufser Kohle und Kali auch kohlensaures Kali enthält. Letzteres findet nun in der That auch statt. Ich habe die Zersetzung der Verbindung auf die Weise vorgenommen, dafs ich durch den Apparat, in welchem dieselbe vorgenommen, während der ganzen Dauer der Operation trocknes Wasserstoffgas leitete. Zugleich war die Einrichtung getroffen, dafs die Säure, durch welche die Kohlensäure abgeschieden wurde, mit der zersetzten Masse in Berührung gebracht werden konnte, ohne den Apparat zu öffnen. Die Menge Kohlensäure, welche sich bei diesem Versuche entwickelte, war nicht unbedeutend.

Zwei Ansichten über die Art, wie die Bestandtheile im Weingeist unter einander verbunden seyn können, haben sich in neuerer Zeit geltend gemacht, welche beide gleich viele Gründe für und gegen sich haben. Nach der einen ist der Weingeist das Hydrat des Aethyloxyds (Aethers), nach der andern das Doppel-Hydrat eines eigenthümlichen Kohlenwasserstoffs. Fragt man: Spricht

das Verhalten des Kalium zum Weingeist zu Gunsten der einen oder andern Ansicht, so mufs diese Frage, wie eine kurze Betrachtung zeigen wird, mit Nein beantwortet werden.

Nehmen wir zuerst an, der Weingeist sey das Hydrat des Aethers, und der Aether selbst ein Oxyd, so ist die Erklärung des Vorgangs folgende: das Kalium zersetzt das Hydratwasser, es entweicht Wasserstoffgas unter gleichzeitiger Bildung von Kali, welches sich mit dem frei gewordenen Aether verbindet. Die Kaliverbindung ist demnach Aetherkali, in welchem der Aether die Stelle des Wassers im Kalihydrat vertritt. Kommt dieses Aetherkali mit Wasser zusammen, so nehmen Kali und Aether Wasser auf, wodurch Kalihydrat und Weingeist gebildet werden.

Huldigt man aber der Ansicht, der Weingeist sey das Doppel-Hydrat von Kohlenwasserstoff, so kann man entweder annehmen, das Kalium zersetze 1 Atom Wasser und das gebildete Kali vereinige sich mit dem zweiten Atom zu Kalihydrat, welches mit dem Kohlenwasserstoff in Verbindung geht, oder man betrachtet die Kaliverbindung als bestehend aus 1 Atom Kali, 1 Atom Kohlenwasserstoff und 1 Atom Wasser, und läfst es dahingestellt, ob das Wasser mit dem Kali oder dem Kohlenwasserstoff verbunden sey. Man wird gegen diese Ansicht zwar einwenden, dafs das Kalium auf den Aether nicht einwirke, was doch nothwendig stattfinden müsse, wenn der Aether und der Weingeist Hydrate desselben Kohlenwasserstoffs wären. Dagegen aber läfst sich erinnern, dafs wasserfreies Kali mit dem Kohlenwasserstoff keine Verbindung bilden kann, überhaupt zum Bestehen einer solchen 1 At. Wasser nöthig ist, daher auch keine Zersetzung erfolgen kann. Es könnte nämlich zwischen dem Kalium und Aether dasselbe Verhalten eintreten, wie zwischen dem Kupfer und anderen Metallen, und dem ersten Hydrate der Salpetersäure.

Man hat viel Gewicht auf die Zersetzung des Weingeistes durch Fluorborgas in Aether, Boraxsäure und Flufsspathsäure gelegt. Man glaubt diese Zerlegung spreche direct zu Gunsten der ersteren Ansicht, weil der Aether durch diesen Körper nicht zerlegt wird. Dieses Verhalten läfst sich aber auch zum Vortheil der anderen Meinung auslegen. Der Weingeist löst nämlich das Fluorborgas in sehr grofser Menge auf, der Aether aber nicht. Leitet man dieses Gas in Aether, so steigen die Blasen sogleich durch denselben; deshalb ist auch keine Zersetzung möglich.

Man hat ferner angeführt, das ölbildende Gas gebe mit Wasser weder Weingeist noch Aether, und die Verbindung desselben mit Chlor bestehe nicht aus ölbildendem Gase und Chlor, sondern aus Chlorwasserstoff und Chloraldehyden. Abgesehen davon, dafs aus dem Umstande, dafs aus Wasser und ölbildendem Gase weder Weingeist noch Aether gebildet wird, nichts gefolgert werden kann, so ist es übrigens gar nicht nöthig, ölbildendes Gas im Weingeist anzunehmen, weil eben so gut ein anderer Kohlenwasserstoff substituirt werden kann; und aus der Zersetzung der holländischen Flüssigkeit durch Kali läfst sich nicht folgern, dafs dieselbe schon vor der Zersetzung aus Chlorwasserstoff und Chloraldehyden zusammengesetzt war; denn diese Körper lassen sich auch sehr gut als Zersetzungsproducte, bedingt durch die Einwirkung des Kalis, betrachten.

Das Verhalten des Kaliums zum Weingeist beweist direct, dafs derselbe ein Hydrat von Aether ist. Ob aber der Aether gleichfalls ein Hydrat oder ob er ein Oxyd sey, darüber giebt dieses Verhalten keinen Aufschlufs.

Verhalten der zusammengesetzten Aetherarten zum Kalium.

Es schien mir interessant zu untersuchen, ob d Kalium die Verbindungen des Aethers mit den Säur auf ähnliche Weise zersetze, wie der Weingeist, ob da selbe nämlich, wie bei dem letzteren auf das Wasse bei der ersteren auf die Säure einwirke. Die Versuche die ich in dieser Beziehung mit dem Essigäther, Ameisenäther, Kleeäther und einigen anderen vorgenommen habe, haben diese Ansicht vollkommen bestätigt. Es zeigen sich bei diesen Zersetzungen sehr interessante Erscheinungen, von denen ich bei einer anderen Gelegenheit sprechen werde. Auch einige Wasserstoffnaphten habe ich mit Kalium in Berührung gebracht. Auf die Schwefelwasserstoffnaphta wirkt dasselbe bei der gewöhnlichen Temperatur nicht ein; dagegen entzieht es der Chlorwasserstoffnaphta das Chlor, und zwar ohne Entwicklung von *Wasserstoffgas*. Vielleicht läfst sich aus diesem Verhalten und aus der Einwirkung des Kaliums auf Holzgeist und Aceton etwas zu Gunsten der Aethyltheorie ableiten.

Einwirkung des Kaliums auf Holzgeist.

Viele Untersuchungen, welche seit einigen Jahren im Gebiete der organischen Chemie von einigen Chemikern vorgenommen wurden, sind in der Absicht angestellt, eine Analogie zwischen dem Weingeist und einigen anderen bekannten organischen Verbindungen nachzuweisen. Die Bemühungen dieser Chemiker sind nicht unbelohnt geblieben; denn bereits besitzen wir einen Holzweingeist, Aethalweingeist, Acetonweingeist, Indigweingeist etc.

Die Untersuchungen von Dumas und Peligot über den Holzgeist haben dargethan, dafs dieser Körper in der That in seinen Verbindungs- und Zersetzungs-Erscheinungen auf eine auffallende Weise mit dem Weingeist

übereinkommt, und als ein wirklicher Alkohol angesehen werden kann. Die Untersuchungen dieser Chemiker wurden namentlich von Kane und Gregory theils wiederholt, theils erweitert, und die Resultate, welche dieselben erhielten, haben die theoretischen Ansichten von Dumas und Peligot über die Natur des Holzgeistes bestätigt. Sind wir auch nicht im Stande die Anordnung der kleinsten Theilchen, aus welchen eine chemische Verbindung besteht, direct in denselben zu erkennen, so werden wir doch keinen Augenblick im Zweifel seyn, die Frage, ob im Kalihydrat dieselbe Anordnung der kleinsten Theile stattfinde, wie im Natronhydrat, mit Ja zu beantworten. Eine vernünftige Einwendung gegen diese Ansicht wird sicher nicht gemacht werden, denn alle Verbindungs- und Zersetzungs-Verhältnisse, welche die eine dieser Substanzen darbietet, zeigt ganz sicher auch die andere. Bei Betrachtung der Verbindungsart der Elemente in den organischen Körpern, müssen wir so viel als möglich von den bekannten Gesetzen und Erscheinungen ausgehen, welche uns die unorganische Chemie gelehrt und gezeigt haben. Bei Betrachtung der organischen Verbindungen, in welchen die Atomverhältnisse viel complicirter sind, wie bei den unorganischen, wird der Phantasie immer mehr Spielraum gegeben bleiben, in Betreff der Verbindungsart der Elemente, wie bei den letzteren. Aber es unterliegt keinem Zweifel, dafs immer mehr Mittel aufgefunden werden, durch welche, wenn es sich darum handelt, in verschiedenen organischen Verbindungen gleiche Verbindungsverhältnisse der Elemente anzunehmen, diefs ausgemittelt werden kann.

Handelt es sich darum, in der organischen Chemie Verbindungen, sey auch die absolute oder relative Anzahl der Atome verschieden, als analog zusammengesetzt zu betrachten, soll z. B. nachgewiesen werden, dafs zwei organische Verbindungen in demselben Verhältnisse zusammen stehen, wie Kalihydrat und Natronhydrat, so mufs

natürlich untersucht werden, ob gewisse einfache Reagentien, mit beiden Verbindungen zusammengebracht, gleiche Zersetzungs-Erscheinungen hervorbringen. Ist diefs nicht der Fall, so hört alle Analogie von selbst auf.

Das Verhalten des Kaliums zum Weingeist ist so bezeichnend, dafs man wohl, wie schon angedeutet wurde, über die Frage: ob derselbe ein Hydrat des Aethers sey, nicht in Zweifel seyn kann. Man kann durch das Kalium dem Weingeist 1 Atom Wasser entziehen, und fügt man zu der dadurch entstandenen Verbindung wieder 1 Atom Wasser, so erhält man wieder Weingeist. Ist nun in der That der Holzgeist eine dem Weingeist analoge Verbindung, d. h. ist er gleichfalls ein Hydrat eines eigenthümlichen Aethers, so mufs er, mit Kalium zusammengebracht, Wasserstoffgas entwickeln, wie der Weingeist. Die Versuche, welche ich nun beschreiben werde, zeigen aber, dafs sich Holzgeist und Weingeist ganz verschieden zum Kalium verhalten.

Der Holzgeist, den ich zu meinen Versuchen angewandt, besitzt alle Eigenschaften, welche Dumas und Peligot von demselben angeben. Er hat ein spec. Gewicht von 0,797, kocht constant bei +66°,5, und mischt sich mit Wasser in allen Verhältnissen. Das Verhalten zu Chlorcalcium zeigte auch, dafs er keinen Mesit enthielt; denn eine concentrirte Lösung desselben in dem Holzgeist veranlafste keine Ausscheidung von Mesit; und ich bin auch überzeugt, dafs die französischen Chemiker ihre Untersuchungen mit einem mesitfreien Holzgeist angestellt haben.

Ich erhielt den reinen Holzgeist durch oftmalige Destillation des rohen Holzgeistes (der mir in grofser Quantität zu Gebote steht) über Aetzkalk. Um ihn ganz zu entwässern fand ich für nöthig denselben zuletzt einige Male mit Chlorcalcium zu behandeln. Die Entwässerung mufs in der Destillation einer gesättigten Lösung bestehen. Die Ausbeute ist zwar gering, weil eine nicht

unbedeutende Menge mit dem Chlorcalcium verbunden bleibt.

Bringt man den wasserfreien Holzgeist mit Kalium in Berührung, so findet augenblicklich eine sehr lebhafte Reaction statt. Die Erhitzung ist so bedeutend, dafs der Holzgeist in lebhaftes Sieden kommt. Um die Einwirkung etwas zu vermindern, mufs man den Apparat möglichst kalt zu erhalten suchen, und Gefäfse mit sehr langem und engem Halse wählen, damit der Holzgeist zur Verdichtung wieder Gelegenheit finde. Bei der Einwirkung des Kaliums auf den Holzgeist wird aber keine Spur irgend eines Gases entwickelt. Zeigt sich solches, so kann man fest überzeugt seyn, dafs der Holzgeist noch Wasser enthielt. Während der Reaction des Kaliums, welche in einer raschen Oxydation desselben besteht, färbt sich die Flüssigkeit gelb. Hat man nach und nach so viel Kalium zum Holzgeist gebracht, dafs keine Wirkung mehr stattfindet, so kühlt sich die Masse ab, und es bleibt ein syrupsdicker Brei von stark alkalischer und ätzender Reaction. Wird dieselbe mit Wasser in Berührung gebracht, so erhält man eine stark alkalische, gelb gefärbte wäfsrige Lösung, auf welcher ein ebenfalls gelb gefärbter öliger Körper schwimmt. Durch mehrmaliges Schütteln mit Wasser und darauf folgender Destillation über gebranntem Kalk erhält man die ölige Substanz fast wasserklar. Sie ist leichter als Wasser, besitzt einen durchdringenden Geruch und Geschmack nach Pfeffermünzöl, und verbrennt mit einer stark rufsenden Flamme. Der Siedpunkt liegt anfangs etwas über 100°, steigt aber bei fortwährendem Kochen weit über 200°. Das anfangs dünnflüssige Destillat wird etwas dicker, und zwar in dem Verhältnifs als der Siedpunkt steigt.

0,560 Grm. des zuerst Ueberdestillirten lieferten:

1,205	Grm.	Kohlensäure	=0,33319 Kohle
0,460	-	Wasser	=0,05111 Wasserstoff.

100 Theile enthalten demnach:

Kohlenstoff	66,638
Wasserstoff	10,227
Sauerstoff	23,135
	100,000

was beiläufig der Formel $C_{10}H_{20}O_{3}$ entsprechen würde.

Von dem zuletzt Uebergegangenen lieferten:

1) 0,330 Grm.

0,970 Grm.	Kohlensäure	0,27044	Kohle
0,305 -	Wasser	0,03388	Wasserstoff

folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	80,940
Wasserstoff	10,270
Sauerstoff	8,790
	100,00.

2) 0,350 Grm.:

1,030 Grm.	Kohlensäure	0,28480	Kohle
0,310 -	Wasser	0,03444	Wasserstoff

in 100 Theilen:

Kohlenstoff	81,372
Wasserstoff	9,842
Sauerstoff	8,786
	100,000

was der Formel $C_{8}H_{12}O$ entspricht.

Es ist gewifs, dafs durch das Kalium nur ein Theil Holzgeist zersetzt wird, und der unzersetzt gebliebene Theil mit dem zersetzten ein Gemenge bildet. Dafür spricht auch der nicht constante Siedpunkt des Oeles. Um jedoch ein richtiges Urtheil über die Einwirkung des Kaliums auf den Holzgeist fällen zu können, mufs auch die gelbe Substanz untersucht werden, welche gleichzeitig entsteht, und welche, zum Theil wenigstens, mit dem gebildeten Kali in Verbindung bleibt. Vor der Hand

suchte ich nur die Frage zu beantworten: ob überhaupt die Erscheinungen, welche eintreten, wenn Kalium mit dem Holzgeist in Berührung kommt, mit denen übereinstimmen, welche beim Weingeist beobachtet werden? welche Frage, nach dem Mitgetheilten, mit Bestimmtheit verneint werden mufs.

Verhalten des schwefelsauren und kleesauren Holzäthers zu wäfsrigen Alkalien.

Das abweichende Verhalten in der Einwirkung des Kaliums auf Holzgeist und Weingeist veranlafste mich, einige Untersuchungen von Dumas und Peligot über den Holzgeist zu wiederholen. Vor allen Dingen wollte ich mich überzeugen, ob die Verbindungen des sogenannten Holzäthers mit Säuren bei ihrer Zersetzung durch wäfsrige Alkalien in der That wieder Holzgeist liefern. Ich habe gefunden, dafs die Verbindungen, welche die genannten Chemiker in ihrer Abhandlung über den Holzgeist beschreiben, sehr leicht nach den gegebenen Vorschriften dargestellt werden können, und die Beschreibung der physikalischen Eigenschaften derselben mufs wirklich meisterhaft genannt werden.

Zur Prüfung der neuen Theorie über die Natur des Holzgeistes wählte ich den neutralen schwefelsauren Holzäther und den kleesauren Holzäther, zwei Verbindungen, welche wegen der Leichtigkeit, mit der sie sich zerlegen, besonders dazu geeignet sind.

Aber schon bei der Darstellung der schwefelsauren Verbindung überzeugt man sich, dafs die Zersetzung, welche der Holzgeist durch die Schwefelsäure erleidet, *ganz* und *gar* verschieden ist von der des Weingeistes. Es ist bekannt, dafs eine verhältnifsmäfsig nur geringe Menge Schwefelsäure nöthig ist, um, bei gehöriger Vorsicht, eine gröfsere Quantität Weingeist in Aether und Wasser zu verwandeln. Es ist ferner eine bekannte Sache, dafs, wenn eine überwiegende Menge Schwefel-

säure mit Weingeist erhitzt wird, eine vollständige Zersetzung des Weingeistes erfolgt, und, außer schwefliger Säure, noch Kohlensäure, Wasser, ölbildendes Gas, schwefelsaures Weinöl etc. gebildet werden. Diese Substanzen aber stehen zum Weingeist in einem ganz anderen Verhältnisse, als der Aether und das Wasser; sie sind nämlich entstanden in Folge einer gänzlichen Zerstörung des Weingeistes.

Um sowohl den reinen als schwefelsauren Holzäther darzustellen, destilliren Dumas und Peligot 1 Theil Holzgeist mit 8 bis 10 Theilen Schwefelsäure. Erhitzt man ein solches Gemenge, so entwickelt sich augenblicklich eine große Menge schwefliger Säure. Gleichzeitig entstehen Kohlensäure, verschiedene brennbare Gase, Wasser, Essigsäure und der schwefelsaure Holzäther. Man gewinnt sogleich die Ueberzeugung, daß bei diesem Processe eine vollständige Zerstörung des Holzgeistes stattfindet, auf ähnliche Weise, als wenn Holz mit Schwefelsäure gekocht wird, und man begreift kaum, wie diese Erscheinungen in eine Parallele mit denen gesetzt werden konnten, welche der Weingeist darbietet, wenn er unter Einfluß der Schwefelsäure in Aether und Wasser zerfällt.

Bringt man den gereinigten, neutralen, schwefelsauren Holzäther mit einer alkalischen Flüssigkeit zusammen, so wird derselbe, und besonders beim Erwärmen, sogleich zersetzt. Bei dieser Zersetzung bildet sich aber kein *Holzäther*, sondern eine eigenthümliche ätherische, angenehm süß schmeckende Flüssigkeit, welche man durch Destillation leicht rein erhalten kann. Dieser Körper weicht aber in allen seinen Eigenschaften so sehr vom Holzgeist ab, daß eine Verwechslung mit demselben gar nicht möglich ist. Eben so wenig, wie durch Behandlung des schwefelsauren Holzäthers mit Kali, konnte durch gleiche Zersetzung der kleesauren Verbindung Holzgeist gewonnen werden. Ich habe einige Unzen kleesauren

Holzäther, welcher sich leicht in großser Menge darstellen läfst, mit Kali behandelt, aber keine Spur Holzgeist auffinden können. Diese Verbindungen verhalten sich ungefähr zum Holzgeist, wie das schwefelsaure Weinöl zum Weingeist. Aehnliche Verbindungen lassen sich erhalten durch Erhitzen vieler organischer Verbindungen mit einer überwiegenden Menge Schwefelsäure. Mit gegenwärtiger Abhandlung wollte ich einzig und allein nur den Chemikern einige Mittel angeben, durch welche sie leicht die Dumas'sche Theorie über die Natur des Holzgeistes zu prüfen im Stande sind. Ich lasse daher diesen Gegenstand auf sich beruhen, und um so mehr, weil den HH. Dumas und Peligot eine Wiederholung und allenfalsige Berichtigung ihrer Versuche unter allen Chemikern am meisten am Herzen liegen mufs, und diefs mit Gewifsheit von denselben erwartet werden darf.

Verhalten des Kaliums zum Aceton.

Nach einer vorläufigen Nachricht von Kane soll auch das Aceton ein wirklicher Weingeist seyn, und sich zu dem gewöhnlichen Alkohol verhalten, wie, nach Dumas, der Holzgeist.

Behandelt man das reine Aceton mit Kalium, so beobachtet man ganz dieselben Erscheinungen, wie beim Holzgeist angegeben wurde. Das Kalium wird augenblicklich oxydirt, unter bedeutender Wärmeentwicklung und ohne Entwicklung einer permanent elastischen Flüssigkeit. Das gebildete Kali verbindet sich mit dem reducirten Aceton zu einer schwach gelb gefärbten syrupsdicken Masse von stark alkalischen Eigenschaften. Durch Behandlung mit Wasser und Destillation mit Kalk erhält man gleichfalls ein schwer flüchtiges Oel, welches leichter ist als Wasser, und den Geruch und Geschmack von Pfeffermünzöl besitzt. Wird dasselbe für sich destillirt, so erhält man anfangs ein dünnflüssiges Destillat, später aber wird es so dickflüssig, dafs es kaum aus dem

Retortenhalse fliefst. Dieser dickflüssige Theil ist ein Kohlenwasserstoff, welcher der Formel CH_2 entspricht; der dünnflüssige hingegen enthält eine nicht unbedeutende Menge Sauerstoff, und ist ohne Zweifel ein Gemenge von Aceton mit dem bezeichneten Kohlenwasserstoffe. Dieser kann als das Radical des Acetons betrachtet werden, das Aceton selbst als C_3H_6+O. Es ist allerdings nicht unwahrscheinlich, dafs Verbindungen vorkommen, welche dieselben Zersetzungs- und Verbindungs-Verhältnisse darbieten, wie der Weingeist. Eine solche Verbindung ist vielleicht das Aldehyd. Seine Zusammensetzung und seine Bildung entspricht nämlich ganz der Formel $(C_4H_6)O+H_2O$. Man kann sich sogar vorstellen, das Aceton und den Holzgeist seyen wirkliche Aetherarten solcher eigenthümlicher Weingeiste, von denen der des Aceton z. B. aus $(C_3H_4)O+H_2O$ zusammengesetzt wäre.

Nach dem Verhalten des Acetons und Holzgeistes zum Kalium müssen diese Verbindungen als Oxyde angesehen werden. Nach dieser Hypothese würde sodann auch der Aether ein Oxyd seyn. Dafs der Aether durch Kalium nicht zerlegt wird, steht dieser Hypothese nicht entgegen, weil angenommen werden kann, der Kohlenwasserstoff des Aethers bilde mit Kali keine Verbindung, während der des Acetons eine solche eingeht. Diese Hypothese hat vielleicht mehr für sich, als die, nach welcher das Aceton als ein Weingeist betrachtet wird. So lange aber kein dem Aceton (als Aether gedacht) entsprechender Weingeist bekannt ist, besitzt dieselbe keinen Werth.

Ueber das Valeron.

Valeron nenne ich eine ätherische Flüssigkeit, welche man erhält, wenn reine Baldriansäure mit einem Ueberschufs von Kalk einer trocknen Destillation unterworfen wird. Die Baldriansäure zersetzt sich bei vor-

sichtigem Erhitzen in Kohlensäure, welche mit dem Kalk verbunden bleibt, und in Valeron. Durch Rectification über gebrannten Kalk, erhält man dasselbe vollkommen rein. Das Valeron stellt eine farblose, sehr dünnflüssige Flüssigkeit dar, von angenehm ätherischen Geruch, welcher etwas an Baldriansäure erinnert. Der Geschmack ist kühlend ätherisch. Es siedet im Wasserbade weit unter dem Siedpunkte des Wassers. Das Valeron ist leichter als Wasser, und in demselben unlöslich; dagegen mischt es sich mit Weingeist und Aether. Es ist vollkommen neutral und verbrennt mit einer stark rufsenden Flamme:

0,455 Grm. Valeron lieferte:

1,250 Grm.	Kohlensäure	0,34563	Kohle
0,510 -	Wasser	0,05666	Wasserstoff

100 Theile enthalten demnach:

Kohlenstoff	75,75
Wasserstoff	12,45
Sauerstoff	11,90
	100,00.

0,450 Grm. Valeron lieferten:

1,220 Grm.	Kohlensäure	0,33734	Kohle
0,500 -	Wasser	0,0555	Wasserstoff

100 Theile demnach:

Kohlenstoff	74,96
Wasserstoff	12,35
Sauerstoff	12,69
	100,00.

Diese Resultate entsprechen folgenden Atom-Verhältnissen:

9 Atome	Kohlenstoff	55,08	76,41
18 -	Wasserstoff	9,02	12,48
1 -	Sauerstoff	8,00	11,11
1 Atom	Valeron	72,08	100,00.

Rechnet man nun zu $C_9H_{18}O$ 1 Atom Kohlensäure, so erhält man $C_{10}H_{18}O_3$, welches der Formel von 1 Atom wasserfreier Baldriansäure entspricht. Das Valeron entsteht demnach aus der Baldriansäure, wie das Aceton aus der Essigsäure.

Verhalten des Kaliums zum Valeron.

Behandelt man Valeron mit Kalium, so zeigen sich wieder dieselben Erscheinungen, wie beim Aceton. Nur ist die Einwirkung minder heftig. Die ölartige Flüssigkeit, welche man durch Reduction des Valerons erhält, kommt in ihren Eigenschaften vollkommen mit dem reducirten Aceton überein. Man kann daher Aceton und Valeron als verschiedene Oxyde desselben Radicals betrachten.

Bezeichnet man nämlich Valeron mit $(C_9H_{18})+O$
so ist das Aceton $(C_9H_{18})+O_3$.

Das gleiche Verhalten des Holzgeistes, Acetons und Valerons zum Kalium, und die gleiche Entstehung des Acetons und Valerons aus Essigsäure und Baldriansäure giebt zu der Vermuthung Veranlassung, dafs auch der Holzgeist seine Entstehung einer organischen Säure verdanke, welche zum Holzgeist sich verhält, wie die Essigsäure zum Aceton.

Wir kennen bis jetzt eine grofse Reihe organischer Säuren, welche 3 Atome Sauerstoff enthalten. Bei der trocknen Destillation mit Aetzkalk zersetzen sich dieselben, nach den vorliegenden Erfahrungen, in Kohlensäure, welche mit dem Kalk verbunden bleibt, und in einen flüchtigen, meistentheils flüssigen Körper; dieser ist entweder sauerstofffrei oder sauerstoffhaltig. Im ersteren Fall wird, wie zum Beispiel bei der Benzoësäure, zugleich noch 1 Atom Wasser zerlegt, was im letzteren, wie bei der Essigsäure, nicht der Fall ist. Zu den Säuren, welche einen sauerstoffhaltigen Körper liefern, gehört auch die Buttersäure. Der letztere hat viele Aehnlichkeit mit

dem Valeron. Dagegen liefern einige Fettsäuren ein sauerstofffreies Destillat, so namentlich Stearinsäure und Oelsäure. Zwar enthalten das Stearon und Oleon, nach den Untersuchungen Bussy's, ebenfalls Sauerstoff. Nach den Untersuchungen aber, welche Hr. Morin aus Genf in meinem Laboratorium vorgenommen hat, sind diese Verbindungen sauerstofffrei, und bestehen aus CH_2. Diese Verschiedenheit in der Zersetzung dieser Säure steht sicher mit der eigenthümlichen Zusammensetzung derselben im Zusammenhang. Es wäre überhaupt zu wünschen, dafs ganze Reihen von organischen Verbindungen, welche in gewissen Beziehungen mit einander übereinkommen, durch ein und dasselbe Reagenz zersetzt, und die Zersetzungsproducte von einem etwas allgemeinen Standpunkte aus betrachtet würden; so z. B. alle organische Säuren, welche 3 Atome Sauerstoff enthalten, durch Kalk zerlegt, und allein nur beobachtet würden, welche sauerstofffrei und welche sauerstoffhaltige Verbindungen liefern. Durch solche Untersuchungen würde oft der Wissenschaft ein gröfser Gewinn erwachsen, als durch die genaueste Untersuchung einer einzeln stehenden Beobachtung. Diese Ideen haben mich bei gegenwärtiger Arbeit geleitet, was ich bei Beurtheilung derselben zu berücksichtigen bitte. Dafs die mitgetheilten Beobachtungen reichlichen Stoff zu ferneren Untersuchungen darbieten, glaube ich nicht versichern zu dürfen.

V. *Ueber das wasserfreie schweflichtsaure Ammoniak; von Heinrich Rose.*

Bei den Versuchen, die ich vor einiger Zeit mit dem wasserfreien schweflichtsauren Ammoniak anstellte, liefs ich beide Gasarten, das Ammoniak- und das Schweflichtsäure-Gas, im gut getrockneten Zustande, in ein gut ge-

trocknetes, geräumiges Gefäfs treten, welches erkältet wurde, und in welchem die Vereinigung stattfand. Ich sorgte dafür, dafs stets Ammoniakgas in einem grofsen Ueberschufs vorhanden war, was durch den Geruch erkannt wurde, den das überschüssig ausströmende Gas zeigte. Ich verschlofs das Gefäfs, nachdem sich eine hinreichende, nicht zu grofse Menge des gelben schweflichtsauren Ammoniaks gebildet hatte, und ich befürchten mufste, dafs die Gasarten nicht mehr von der gröfsten Trockenheit entwickelt wurden. Dieser Vorsicht wegen bereitete ich nie eine bedeutende Quantität der Substanz bei einer Operation.

Ich habe schon früher bemerkt, dafs sich hierbei nur ein gelblicher Körper bildet, den ich früher, wenn auch nicht krystallisirt, doch krystallinisch erhielt. Wenn keine Feuchtigkeit zugegen ist, erzeugt sich nichts von einer weifsen Substanz, wohl aber verwandelt sich die gelbe Substanz sehr leicht in eine weifse, wenn der Zutritt der Luft nicht ganz vollkommen abgehalten wird.

Durch spätere Versuche überzeugte ich mich, dafs die gelbe Substanz wirklich in kleinen Krystallen erhalten werden kann, wenn beide Gasarten über Quecksilber verbunden werden, und eine der beiden im Ueberschufs vorhanden ist. Die Form dieser Krystalle zu bestimmen, ist nicht gut möglich, da sie nur durch Glas beobachtet werden können.

Ich hatte früher keine quantitative Untersuchung des erhaltenen Salzes angestellt, sie für überflüssig haltend, da ich von der Meinung ausging, dafs 2 Volume des Ammoniaks mit 1 Vol. der flüchtigen Säure sich verbinden müfsten.

Bei einigen oberflächlichen Untersuchungen überzeugte ich mich indessen, dafs immer Ammoniakgas weniger als in dem angeführten Verhältnifs absorbirt würde, wenn auch beide Gase lange mit einander in Berührung waren, und als ich Ammoniakgas zu einem grofsen Ueberschufs

schufs von schweflichtsaurem Gase treten liefs, fand ich durch mehrere Versuche, dafs beide Gase sich zu gleichen Volumen verbinden könnten [1]).

Ich überzeugte mich ferner, dafs ein solches erhaltenes wasserfreies saures schweflichtsaures Ammoniak sich in seinen Eigenschaften und in seinem Verhalten gegen Reagentien gar nicht von dem unterschiede, bei dessen Bereitung ein Uebermaafs von Ammoniakgas angewandt wurde, und dafs in beiden die schweflichte Säure langsamer durch die Länge der Zeit, schneller aber durch Einwirkung gewisser Reagentien in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zerfalle.

Es schien mir deshalb zu wahrscheinlich, dafs, wegen der Aehnlichkeit hinsichtlich des äufseren Ansehens und hinsichtlich der Eigenschaften, beide Verbindungen von derselben Zusammensetzung seyn müssen. Ich stellte deshalb Versuche darüber an, die ich früher anzustellen unterlassen hatte.

Ich fand, dafs in der That beide Gase sich nur nach gleichen Volumen verbinden, wenn auch Ammoniakgas im Uebermaafs vorhanden ist. Das Nähere der Versuche, bei denen stets ein sehr bedeutendes Volum von Ammoniakgas mit sehr geringen Volumen von schweflichtsaurem Gase zusammengebracht und immer lange Zeit in Berührung gelassen wurden, ist Folgendes:

I.	43,75	Vol. schweflichts. Gas verband. sich mit	46,5	Vol. Ammoniakg.
II.	28,75	- - - - -	26,9	- -
III.	30	- - - - -	29,5	- -

Es ergiebt sich aus diesen und aus früher bekannt gemachten Versuchen, dafs sich unter allen Umständen schweflichtsaures und Ammoniakgas nur zu gleichen Volumen verbinden, und dafs das wasserfreie schweflichtsaure Ammoniak nur im sauren Zustande dargestellt werden könne [2]).

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIII S. 236.

2) Wenn zwei Gasarten, die sich mit grofser Schnelligkeit zu ei-

Die nächste Veranlassung zur Bekanntmachung dieser Bemerkungen ist ein in den *Comptes rendus* der Pariser Academie (zweites Semester 1837, No. 10 S. 395) abgedrucktes Schreiben des Hrn. Forchhammer in Kopenhagen, in welchem er zu beweisen sucht, dafs bei der Verbindung vom trocknen Ammoniak- und schweflichtsaurem Gase sich wasserhaltiges schwefelsaures Ammoniak und ein Schwefelamid bilde. Er bemerkt, dafs beide sich unabhängig von einander, das eine von weifser, das andere von oraniengelber Farbe, absetzen, und sucht seine Ansicht durch eine quantitative Bestimmung des Schwefelsäuregehaltes zu bekräftigen, indem er aus einer gewogenen Menge der Substanz, nach Auflösung in Wasser und Behandlung mit Chlorbaryumauflösung, die Hälfte der schwefelsauren Baryterde erhielt, als die betrug, welche durch Chlorbaryumauflösung gefällt wurde, nachdem eine andere gewogene Menge des Körpers mit Chlor behandelt worden war. (Die Mengen der Schwefelsäure verhielten sich wie 8,84 : 18,20.) Hr. Forchhammer fand ferner die Auflösung der Substanz immer alkalisch. Nach ihm bilden sich aus 2 Atomen des schwef-

nem festen Körper verbinden, über Quecksilber mit einander vermischt werden, so steigt das Quecksilber in der Röhre, in welcher die Mischung geschieht, so rasch, dafs viele Gasblasen an den Wänden der Röhre haften bleiben, die nur mit Schwierigkeit und nie vollständig davon getrennt werden können. Diefs ist die Ursache, dafs wenn ein kleines gemessenes Volum der einen Gasart zu einem gemessenen grofsen der anderen Gasart gemischt wird, der Rückstand fast immer ein geringeres Volum hat, als er eigentlich haben sollte. Deshalb ist bei zweien der oben angeführten Versuche das Volumen des absorbirten Ammoniakgases gegen das des schweflichtsauren Gases scheinbar etwas geringer ausgefallen. Aber aus derselben Ursache hat bei meinen früheren Versuchen, wo umgekehrt kleine gemessene Mengen von Ammoniakgas zu einem grofsen Volumen von schweflichtsaurem Gase gesetzt wurden, sich das Volumen des absorbirten schweflichtsauren Gases geringer als das des absorbirten Ammoniak[illegible]

lichtsauren Ammoniaks 1 Atom wasserhaltiges schwefelsaures Ammoniak (schwefelsaures Ammoniumoxyd) und 1 Atom Schwefelamid, nämlich:

$$2(\text{NH}^3+\ddot{\text{S}})=(\dddot{\text{S}}\,\text{NH}^3+\dot{\text{H}})+\text{NH}^2\,\text{S}.$$

Ich habe schon oben angeführt, dafs, wenn ich grofse Vorsicht beobachtete und alle Feuchtigkeit vermied, ich durch Vereinigung des Ammoniak- und des schweflichtsauren Gases nur einen gelben krystallinischen, nicht gleichzeitig einen weifsen Körper erhalten konnte. Man kann diefs besser wahrnehmen, wenn man beide trockne Gase über Quecksilber, und nicht in einem Ballon zusammentreten läfst. Der krystallinische Zustand deutet auf einen Körper nach bestimmter Zusammensetzung. Nun ist zwar in vielen Fällen erlaubt, sich, wenn ein zusammengesetzter Körper durch Einflufs von Reagentien in gewisse Bestandtheile zerfällt, ihn sich aus diesen zusammengesetzt vorzustellen, und so könnte man sich in dem wasserfreien schweflichtsauren Ammoniak ein Schwefelamid denken, das bei seiner Auflösung in Wasser basisch unterschweflichtsaures Ammoniak bilden würde. Da indessen das wasserfreie schweflichtsaure Ammoniak eine saure Verbindung ist, so müfste man sie sich aus einem Schwefelamid und Schwefelsäurehydrat zusammengesetzt vorstellen, denn $\text{NH}^3+2\ddot{\text{S}}=\dddot{\text{S}}\,\dot{\text{H}}+\text{NH}^2\,\text{S}$, eine Verbindung, die bei ihrer Auflösung in Wasser nicht alkalisch reagiren kann, wie ich diefs auch nicht fand; es müfste denn seyn, dafs das Gefäfs, in welchem der Körper sich gebildet hatte, und in welchem er in Wasser aufgelöst wurde, mit sehr vielen freiem Ammoniakgas angefüllt war. Ich habe in meiner früheren Abhandlung angeführt, dafs die Auflösung der Substanz, wenn zu derselben ein Uebermaafs von Ammoniakgas angewandt wurde, wo also das Gefäfs damit noch angefüllt war, frisch bereitet zwar das Lackmuspapier nicht röthet; dafs

diefs indessen der Fall sey, wenn sie einige Zeit in verschlossenen Gefäfsen aufbewahrt worden ist.

Ich habe in meiner früheren Abhandlung absichtlich nicht die Gegenwart eines Schwefelamids im wasserfreien schweflichtsauren Ammoniak angenommen. Mich bewogen dazu mehrere Gründe. Ein Schwefelamid NH^2S würde durch Aufnahme von Wasser basisch unterschweflichtsaures Ammoniak bilden. Bis jetzt indessen kennen wir keine basische, sondern nur neutrale unterschweflichtsaure Salze, und dann entsprechen die bekannten Amide, wie das Oxamid und das Benzamid, nur neutralen Ammoniaksalzen. Weit mehr indessen als diese Ansicht, auf welche man vielleicht nur wenig Gewicht zu legen braucht, bestimmte mich der Umstand, dafs man die schweflichte Säure aus dem wasserfreien schweflichtsauren Ammoniak auf Kali übertragen könne, und dafs sie in der Verbindung mit Kali unter gewissen Umständen noch die von gewöhnlicher schweflichter Säure verschiedene Eigenschaft, durch gewisse Reagentien in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zu zerfallen, beibehalten könne.

Ich halte die Entdeckung der Amide für eine der wichtigsten, wodurch in neuerer Zeit die Chemie bereichert worden ist. Aber gerade deshalb ist es rathsam, streng nur das für ein Amid zu erklären, was ohne Zweifel und Anfechtung dafür erkannt werden kann. Nichts schadet der Verbreitung einer folgereichen Entdeckung mehr, als eine zu voreilige Anwendung derselben.

Ich nahm daher an und beharre dabei, dafs die schweflichte Säure im wasserfreien Salze eine isomerische Modification der gewöhnlichen schweflichten Säure sey, und dafs es nicht das ganze Salz ist, dessen Auflösung mit der des wasserhaltigen sauren schweflichtsauren Ammoniaks als isomerisch zu betrachten sey. Ich zeigte, dafs wenn die schweflichte Säure im wasserfreien Salze in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure

zerfällt, in beiden Säuren gleich viel Schwefel enthalten seyn müsse, was auch Hr. Forchhammer durch den oben angeführten Versuch bestätigt hat.

Dafs die schweflichte Säure im wasserfreien Salze durch Einwirkung von Chlorbaryum sogleich in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zerfällt, und daher sogleich die ganze Menge der schwefelsauren Baryterde, die durch erstere gebildet werden kann, sich ausscheidet, während das wasserfreie Salz in seiner Auflösung längere Zeit sich in seiner isomerischen Modification erhält, erfolgt durch die prädisponirende Verwandtschaft der Baryterde zu der sich ausscheidenden oder bildenden Schwefelsäure. Aus demselben Grunde zeigt die Auflösung des salpetersauren Silberoxyds und anderer Metalloxydsalze, welche in der frisch bereiteten Auflösung des wasserfreien Salzes Schwefelmetalle abscheiden, etwas ganz Aehnliches, während andere Reagentien erst in einer längere Zeit aufbewahrten Auflösung die Umwandlung der schweflichten Säure in Schwefelsäure und unterschweflichte Säure anzeigen. Uebrigens erhielt Herr Forchhammer durch Chlorbaryum nicht genau die Hälfte des Schwefels der Verbindung in der schwefelsauren Baryterde, sondern etwas weniger, eben so wie ich bei der Untersuchung das aus einer frisch bereiteten Auflösung des wasserfreien Salzes durch salpetersaure Silberoxydauflösung ausgeschiedene Schwefelsilber reicher an Silber fand, als das gewöhnliche Schwefelsilber, weil gewifs noch nicht die ganze Menge der schweflichten Säure sich vollständig in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure verwandelt, und ein Theil derselben, wie gewöhnliche schweflichte Säure, metallisches Silber aus dem Silbersalze ausgeschieden hatte, das, mit dem Schwefelsilber gemengt, gefällt wurde.

Was diese meine Ansicht von der Natur des wasserfreien schweflichtsauren Ammoniaks mir ferner noch wahrscheinlich macht, ist der Umstand, dafs es mir ge-

glückt ist, eine der schweflichten Säure entsprechende Chlorstufe des Schwefels, $S + Cl^2$, aufzufinden, welche mit einigen Chlormetallen krystallisirbare Verbindungen bilden kann, in welchen, durch Behandlung mit Wasser, dieses Schwefelchlorid, wie die schweflichte Säure im wasserfreien schweflichtsauren Ammoniak, in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zerfällt. In einem der nächsten Hefte dieser Annalen werde ich ausführlicher darüber handeln.

VI. *Einige Untersuchungen über die Farbe, welche das Laub verschiedener Baumgattungen im Herbste vor dem Abfallen annimmt;* *von J. Berzelius.*

(Mitgetheilt vom Verfasser aus den *K. V. Academiens Handlingar f.* 1837.)

Es ist ganz gewöhnlich, dafs im Herbst, nach einfallendem Frost, das Laub verschiedener Baumarten gelb wird und eine reine citrongelbe Farbe annimmt. Unsere Birken sind dadurch vor den meisten Waldbäumen ausgezeichnet; allein auch die Ulmen, Espen, Linden, Ahorne, Birn- und Apfelbäume erleiden dieselbe Veränderung. Das Blatt der Eiche dagegen wird nicht gelb, sondern braun. Bei dem frühzeitigen starken Frost, welcher im verwichenen Herbst eintrat, war diese Farbenveränderung stärker als ich sie sonst gesehen habe. Indefs fand ich sie nicht bei der Erle und Zwergbirke (*Betula Alnus* und *incana*). Bei verschiedenen anderen Bäumen und Sträuchen, z. B. beim Vogelbeerbaum, Kirschbaum, *Cornus sanguinea*, Berberitzenstrauch, Stachelbeerstrauch u. a. m., wird dabei das Laub theils ganz roth und oft sehr schön gefärbt, theils gelb gemischt mit roth. Schon verschiedene

Chemiker haben hierüber Versuche angestellt, aber Resultate daraus gezogen, die von einander abweichen; diefs veranlafste mich, dem Gegenstande meine Aufmerksamkeit zu widmen.

Die ausführlichsten Versuche hierüber sind von Macaire-Prinsep angestellt (*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVIII p.* 415)[1]). Er leitet die grüne, gelbe und rothe Farbe der Blätter von einem einzigen Farbstoffe ab, der, seiner Meinung nach, durch Einwirkung von Reagentien aus einer Farbenstufe in die andere umgewandelt werden kann, und der demgemäfs *Chromule* von ihm genannt wird. Schon Leopold Gmelin (dessen Handbuch, Bd. II S. 633) hat gezeigt, dafs es ihm nicht geglückt sey, das Blattgrün auf die von Macaire angegebene Weise durch Säuren in Gelb zu verwandeln, und das Blattgelb durch Alkalien wieder auf Grün zurückzuführen.

Auch meine Versuche zeigen, dafs Macaire's Resultate unrichtig sind, dafs das Blattgrün, welches mit schön grüner Farbe in concentrirter Salzsäure löslich ist, sich nicht auf einem bekannten künstlichen Weg in Blattgelb umwandeln läfst; dafs letzteres nicht in Blattgrün zurückgeführt werden kann, und dafs das Blattroth, obwohl es mit Alkalien ein Grün giebt, etwas ganz anderes ist als eine veränderte Art von Blattgrün.

Blattgelb (*Xanthophyll*).

Unter Blattgelb verstehe ich den gelben Stoff, von dem das Herbstlaub seine gelbe Farbe hat. Um es zu erhalten, bediente ich mich eines rein gelben Laubes von *Pyrus communis*, aus dem Grunde, weil es bei diesem Baume ein reineres Gelb als bei anderen besitzt und noch bis zu den Blattstielen gelb ist. Als ich fand, dafs die Farbe des Laubes während des Trocknens braun wurde, wandte ich frisch abgepflücktes an. Diefs wurde in ein Glasgefäfs gebracht und mit Alkohol von 0,833

1) Annalen, Bd. XIV S. 516.

spec. Gew. übergossen, so dafs es ganz davon bedeckt ward, und, nach dem Verschlufs des Gefäfses, nur sehr wenig Luft zurückblieb. Auf diese Weise wurde es drei Tage an einer mäfsig warmen Stelle stehen gelassen. Der Alkohol hatte sich weit dunkler gefärbt als das Laub, welches jetzt bleich war. Die alkoholische Lösung wurde abgegossen und das Gefäfs eine Weile umgestülpt, um den Alkohol abträufeln zu lassen. Während defs wurde das Laub in der Flasche braun, ganz wie wenn es an der Luft getrocknet wird. Dafs diefs eine Einwirkung der Luft war, die nach der Einwirkung des Alkohols die Oberhaut des Laubes durchdrang, erhellte daraus, dafs diejenigen Blätter, welche plattgedrückt an der Innenseite des Glases safsen und nicht von der Luft getroffen wurden, an dieser Seite ihre Farbe behielten. Es wurde frischer Alkohol aufgegossen; dieser zog mehr Blattgelb aus, wirkte aber nicht auf die braune Farbe. Nach 48 Stunden wieder abgegossen, war er etwas blasser gelb. Der Alkohol wurde nun zu vier Fünfteln abdestillirt und langsam erkalten gelassen; dabei setzte sich ein gelber körniger Stoff zu Boden. Dieser wurde auf ein Filtrum gebracht und die abfiltrirte, noch gelbe Flüssigkeit abdestillirt, bis nur das Wasser übrig blieb, welches der Alkohol aus den Blättern gezogen hatte. Die zurückbleibende Flüssigkeit bedeckte sich mit einer farblosen gallertigen Masse, welche abgeschieden wurde. Die Flüssigkeit war braun und enthielt Extractivstoff, worin sich bald ein dunkelbrauner Absatz bildete, während die eigenthümliche Farbe der Flüssigkeit dunkler wurde.

Sowohl der körnige gelbe Stoff, welcher sich zuerst absetzt, als auch der, welcher sich späterhin auf der Oberfläche der Flüssigkeit ausscheidet, macht den gröfsten Theil des Blattgelbs aus, verunreinigt mit möglich wenig Harz und Fett. Diese sind schwer vollkommen abzuscheiden. Sowohl die gelbe körnige, als auch die zusammengeschmolzene Masse hatte die Consistenz

von Butter und liefs sich mit dem Finger ausstreichen. Eine schwache Aetzkalilauge, mit der sie in gelinder Wärme behandelt wurde, zog etwas Fett in Gestalt von fetten Säuren nebst etwas Blattgelb aus. Diese wurde durch Säuren gefällt. Schwaches Aetzammoniak zog die fetten Säuren aus, welche sich farblos fällen liefsen. Eine Lösung des gelben Stoffes in Alkohol wurde mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd in Alkohol vermischt; dabei entstand erst ein weifser, aber sodann ein bräunlicher Niederschlag; das Gelb blieb ungefällt. Dieser Niederschlag war ganz gering und zeigte einige fremde Einmengungen von Pflanzensäuren, Harz oder Extractivstoff. Die Lösung wurde vom Blei durch etwas Salzsäure befreit, mit etwas Wasser versetzt und der Alkohol abdestillirt; dabei schied sich auf der zurückbleibenden, schwach weingeistigen Flüssigkeit das Blattgelb aus.

So gereinigt, hat das Blattgelb folgende Eigenschaften: Es ist ein dunkelgelbes Fett von schmieriger Consistenz, schmilzt zwischen 40° und 50° C., und wird beim Erkalten durchsichtig. Bei trockner Destillation giebt es ein bräunliches, starres Fett und hinterläfst Kohle. Es löst sich nicht in Wasser, aber das geschmolzene durchsichtige wird im Wasser undurchsichtig, blafsgelb, und scheint darin aufzuschwellen, wie wenn es sich mit Wasser vereinigte. Es löst sich mit rein gelber Farbe, aber nicht besonders reichlich, in Alkohol. Vom Wasser wird diese Lösung in Form einer gelben Milch gefällt, welche, sobald es nicht frei ist von Harz oder Fett, nicht klar wird, sondern eine gelbe Emulsion bleibt, auch wenn der Alkohol in der Wärme verdunstet ist. In diesem Zustande blafst es leicht aus und wird farblos, wenn es einige Zeit vom Sonnenlicht getroffen wird. Ist das angewandte Blattgelb aus einem noch Blattgrün enthaltenden Laub bereitet, so hat es einen Stich in's Grüne, sonst ist es schneeweifs. Vom Aether wird das Blattgelb in allen Verhältnissen gelöst. Von concentrirter Schwefelsäure wird das Blattgelb augenblicklich br-

die Säure löst wenig davon. Von ätzendem Kali wird das Blattgelb in geringer Menge gelöst. Die Lösung ist gelb und wird leicht vom Licht gebleicht. Durch Säuren wird das Blattgelb wieder mit gelber Farbe gefällt, und zeigt in diesem Zustande keine Eigenschaften einer fetten Säure. Aetzendes Ammoniak löst weniger davon auf als ätzendes Kali. Kohlensaure Alkalien lösen es nicht in der Kälte, färben sich aber etwas dadurch beim Kochen.

Aus diesen Versuchen könnte man schliefsen, das Blattgelb sey ein Mittelding zwischen Harz und fettem Oel, dem letzteren ähnlicher als dem Harz; indefs unterscheidet es sich von den fetten Oelen durch sein Unvermögen zur Seifenbildung.

Da das Blattgrün verschwindet, in dem Maafse als das Blatt gelb wird, so dürfte es klar seyn, dafs der gelbe Farbstoff sich auf Kosten des grünen bildet, durch einen veränderten organischen Procefs in dem vom Frost angegriffenen Laub. Worin diese Veränderung bestehe, kann noch nicht vermuthet werden. Es ist nicht geglückt, wie Macaire angiebt, durch längere Einwirkung von Alkali, aus Blattgelb wieder Blattgrün herzustellen.

Es bleibt nun noch übrig Einiges zu sagen über die braune Farbe des Laubes und einen fetten Stoff von eigener Natur, welchen ich im Birnlaub gefunden habe, und welcher möglicherweise nicht im Laube aller Bäume enthalten ist. Das mit kaltem Alkohol ausgezogene braune Laub wurde mit Alkohol gekocht. Die Flüssigkeit, welche einen Stich in's Gelbe hatte, wurde kochendheifs durch Leinwand filtrirt. Beim Erkalten setzte sich eine Menge gelatinöser Klumpen ab, welche auf ein leinenes Filtrum gebracht und mit kaltem Alkohol gewaschen wurden, bis alle gelbe Mutterlauge durchgegangen war, was sehr langsam ging. Nach dem Trocknen glich die Masse der Kreide, war aber sanft anzufühlen wie Talkerde. Dieser Stoff gehört offenbar zu derselben Klasse von

Körpern, wie das Blattgelb. Es ist ein nicht verseifbares, starres, farbloses Fett, welches bei etwa 73° C. schmilzt, und, bei Abhaltung der Luft, sich unverändert überdestilliren läfst. Es brennt mit leuchtender Flamme. Es löst sich gar nicht in Wasser, erfordert bei 15° C. 425 Th. kalten Alkohols von 0,833 zur Lösung, löst sich aber weit reichlicher in kochendem, so dafs die Lösung beim Erkalten gesteht, wie gekochte Stärke. In kaltem Aether ist er auch sehr wenig löslich, doch weit mehr als in Alkohol. Von ätzendem Kali wird er nicht gelöst.

Die alkoholische Lösung, aus der sich dieser fette Stoff abgesetzt hat, hinterläfst bei Destillation ein Gemenge von demselben Fett mit Blattgelb, welches durch kalten Alkohol daraus ausgezogen werden kann. Es ist klar, dafs etwas von diesem starren Fette dem Blattgelb in der Lösung gefolgt seyn, und also das Blattgelb, von dem ich in dem Vorhergehenden sprach, damit verunreinigt seyn mufs.

Die braune Farbe des Blattes ward nicht durch Kochen mit Alkohol vermindert, und darin fand sich nichts von dem braunen Farbstoff ausgezogen. Nun versuchte ich, sie mit einer verdünnten Lauge von ätzendem Kali auszuziehen. Diese färbte sich tief braun und enthielt viel Extract-Absatz aufgelöst; aber die braune Farbe des Laubes blieb dieselbe, und konnte nicht durch frische Kalilauge geschwächt werden. Hieraus scheint es, als erlitte der Holzstoff im Laube einen wahren Färbungsprocefs auf Kosten des Extractivstoffs, wenn dieser von der Luft getroffen wird, und Gelegenheit erhält, Absatz zu bilden, welcher sich dann mit dem Holzstoff verbindet, ungefähr auf dieselbe Weise, wie ein Stück Zeug, das in eine Lösung von reducirtem Indig eingetaucht worden, sich blau färbt in dem Augenblick, als darin auf Kosten der Luft Indigblau gebildet wird. Vergebens suchte ich durch Schwefelwasserstoffgas, welches das ausgezogene

braune Laub ein Paar Monate lang umgab, die braune Farbe zu reduciren.

Blattroth.

Alle Bäume und Sträucher, auf welchen ich rothes Laub gefunden habe, sind solche, die rothe Früchte tragen. Ich kann jedoch nicht die Möglichkeit bestreiten, dafs es auch andere gebe. Zu dieser Bemerkung wurde ich dadurch geleitet, dafs bei neben einander stehenden Hecken von Stachelbeeren, von denen die einen dunkelrothe und die andere grüne Beeren tragen, nach einem und demselben Nachtfroste, das Laub der ersteren schön dunkelroth, das der letzteren aber blafs citronengelb geworden war. Hienach schien es mir der Untersuchung werth, ob nicht die rothe Blattfarbe einerlei sey mit dem Beerenroth. Unglücklicherweise konnte ich diesen Vergleich der Farben nicht bei der rothen Stachelbeere machen, da deren Zeit schon vorüber war, sondern ich mufste dazu den Farbstoff aus dem aufbewahrten Saft von schwarzen Johannisbeeren (*Ribes nigrum*) und Kirschen wählen. Dabei mufs ich indefs besonders bemerken, dafs das Laub der schwarzen Johannisbeere sich nicht röthet.

Ich sammelte rothe Johannisbeerblätter, und las zum Versuche solche aus, die sichtbar kein Grün mehr zeigten, sondern bis zu den Blattstielen und auf der Unterseite, welche ihre Farbe zuletzt verändert, tief dunkelroth waren. Diese wurden zuerst mit Alkohol von 0,833 behandelt. Die Flüssigkeit war rothgelb. Gemischt mit etwas Wasser, und abdestillirt, bis nur Wasser zurückgeblieben war, schied sich ein Gemenge von Blattgrün, Harz, Blattgelb u. s. w. aus, und die Lösung war tief roth, jedoch mit einem Stich in's Braune. Diese wurde filtrirt und tropfenweis mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd vermischt. Jeder einfallende Tropfen gab sogleich einen schön grasgrünen Niederschlag, welcher

nach dem Umschütteln schmutzig graubraun wurde. Ich fuhr mit dem Zusatz von Bleilösung fort, bis die grüne Farbe des Niederschlags sich nicht mehr änderte. Hiebei bildete sich eine Bleiverbindung des Farbstoffs, welche durch andere in der Lösung befindliche Stoffe, nämlich Pflanzensäuren, Extractivstoff, dessen Absatz u. s. w. sogleich wieder zersetzt wurde; nachdem diese, zugleich mit etwas Farbstoff, abgeschieden worden, wurde die Flüssigkeit filtrirt und der Farbstoff ausgefällt. Als das Bleisalz keinen Niederschlag mehr gab, hatte die Flüssigkeit ihre Farbe noch nicht ganz verloren, sondern war grün. Sie wurde filtrirt und das Durchgegangene mit Bleiessig versetzt, welcher jedoch nichts fällte; allein nach Eindunstung bis zur Hälfte entstand ein gelblichgrüner Niederschlag und die Flüssigkeit war gelb. Diese beiden Niederschläge wurden, jeder für sich, wohl ausgewaschen, darauf mit Wasser angerührt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Beide gaben schön rothe Lösungen, welche, nach Eindunstung bei gelinder Wärme, einen schön dunkelrothen, glänzenden, durchsichtigen Rückstand lieferten. Dieser Rückstand hinterliefs bei Auflösung sowohl in Wasser als in wasserfreiem Alkohol einen rothbraunen, pulverförmigen Stoff, der sich auf Kosten des Farbstoffs an der Luft gebildet hatte. Als die Lösung wieder über Schwefelsäure im luftleeren Raum abgedunstet wurde, entstand nur eine Spur dieses pulverförmigen Stoffs.

Einige Versuche mit Kirschlaub gaben denselben Farbstoff, aber in geringer Menge und zum Theil schon im Blatte verwandelt in diesen rothbraunen Absatz.

Das Blattroth hat folglich keinen Charakter von Blattgrün oder Blattgelb. Es ist ein extractartiger, in Wasser und Alkohol leicht löslicher, in Aether unlöslicher rother Farbstoff, welcher, wie die Extracte, an der Luft zersetzt wird und seinen Absatz giebt; aber dieser Absatz ist etwas löslich in Wasser und hat eine nicht un-

angenehm braunrothe Farbe. Die grofse Leichtigkeit, mit der sich dieser Farbstoff an der Luft zersetzt, hinderte mich an einer genaueren Untersuchung seiner Eigenschaften und seiner Zusammensetzung. Er ist elektronegativ und verbindet sich mit Alkalien und Salzbasen. Seine Verbindungen haben eine schöne grasgrüne Farbe. Dadurch scheint Macaire's Irrthum in Betreff dieses Stoffs erklärlich; denn wenn man ein roth gewordenes Blatt in eine alkalische Flüssigkeit taucht, so wird es wieder grün, aber nicht von wieder hergestelltem Blattgrün, sondern dadurch, dafs das Blattroth mit dem Alkali eine grüne Verbindung giebt, welche das Wasser endlich auszieht. Wenn man ein so wieder grün gemachtes Blatt in eine verdünnte Säure taucht, so wird es abermals roth, aber gewöhnlich von einem andern Farbenton; dagegen wird ein vom Blattgrün gefärbtes Blatt niemals roth durch Säuren.

Es ist eine allgemeine Meinung, dafs die rothe Farbe der Blätter, Blumen und Beeren eigentlich blau und nur durch Einwirkung einer Säure roth geworden sey; eine Meinung, zu der man wohl dadurch geführt worden ist, dafs die meisten blauen Pflanzenfarben durch Säuren roth und durch Alkalien grün gefärbt werden. Es ist mir indefs nicht geglückt, ein Blau daraus darzustellen. Als eine rothe Lösung mit kleinen, zu ihrer Sättigung unzulänglichen Mengen Kalkhydrat vermischt wurde, so entstand zuerst ein geringer brauner Niederschlag von aufgelöstem Absatz, sodann ein grüner, der zu Boden sank und die Flüssigkeit roth zurückliefs. Der grüne Niederschlag war die neutrale Verbindung des Farbstoffs mit der Kalkerde, und die rothe Lösung enthielt auch eine Kalkverbindung, entsprechend einem sauren Salz. Wäre diese rothe Farbe ein von fremden Säuren gerötheter blauer Farbstoff, so würde sich das Blau in der Lösung gezeigt haben; allein als mehr und mehr Kalkhydrat zugesetzt wurde, so blieb das schwächere Roth

mit vermehrtem grünen Niederschlag, und endlich wurde auch die Flüssigkeit grün. Wenn Blattroth mit einem Alkali oder einer alkalischen Erde gesättigt ist, so verwandelt es sich im Laufe einiger Stunden, und noch schneller in der Wärme, in einen braunrothen Absatz, welcher auch ohne Gegenwart einer Base auf Kosten der Luft gebildet wird. Dieser Körper ist weit beständiger und bestimmt mehr elektro-negativ. Aus concentrirten Lösungen seiner Verbindungen mit Basen wird er durch Säuren gefällt, jedoch nicht gänzlich.

Blattroth, aufgelöst in wasserfreiem Alkohol, liefs sich in halbgefüllten Flaschen mehre Monate lang unzersetzt aufbewahren.

Beerenroth aus dem Safte von Ribes rubrum. Der Saft dieser Beeren hat bekanntlich eine schön dunkelrothe Farbe. Wird er mit essigsaurem Bleioxyd vermischt, so entsteht darin ein schön himmelblauer Niederschlag, welcher eine Verbindung von citronensaurem Bleioxyd mit Farbstoff ist. Fährt man mit dem Zusatz von Bleisalz fort, so lange noch etwas niederfällt, so bleibt endlich eine von den fremden Säuren befreite Portion Beerenroth in der Flüssigkeit, welche, nach Sättigung der freien Essigsäure mit Bleiessig, sich durch diesen mit grüner Farbe ausfällen läfst. Wahrscheinlich hat man den blauen Niederschlag mit Bleizucker als einen Beweis angesehen, dafs das Roth in dem Saft nur ein durch Säuren geröthetes Blau sey. Wird der so erhaltene blaue Niederschlag durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, so erhält man eine rothe Flüssigkeit, welche Citronensäure, Apfelsäure und Farbstoff, vermuthlich in chemischer Verbindung mit den Säuren, enthält. Setzt man kohlensauren Kalk hinzu, zur Sättigung der Säuren, so fällt citronensaurer Kalk nieder, während äpfelsaurer Kalk in Lösung bleibt. Setzt man dann, in kleinen Portionen, Kalkerdehydrat hinzu, so läfst sich äpfelsaurer Kalk niederschlagen, und darauf kann der Ueberrest der Aepfel-

säure durch essigsaures Bleioxyd gefällt werden. Etwas Farbstoff folgt diesem mit; allein das Meiste bleibt in der Lösung, und man hört mit dem Zusatz von Bleilösung auf, wenn der Niederschlag grün ist und sich so erhält. Man filtrirt nun und schlägt den Farbstoff durch essigsaures Bleioxyd nieder. Dieser Niederschlag ist grün, indefs nicht grasgrün, wie der vom Blattroth, sondern blaugrün; aber er ist gar nicht dem gleich, welcher, nach Ausfällung der Säuren aus dem Saft, durch Fällung mit dem Bleisalz erhalten wird, und zeigt, dafs die blaue Farbe nur der Verbindung des citronensauren Blei angehört. Ich weifs nicht, ob auch das äpfelsaure Bleioxyd sich so mit dem Farbstoff verbinde; denn dieses Salz kann aus dem blauen Niederschlag ausgekocht werden, und schiefst aus der erkaltenden Flüssigkeit farblos an.

Der blaugrüne Niederschlag, welcher, nach Abscheidung der Säuren durch essigsaures Bleioxyd, direct aus dem Safte erhalten wird, giebt, zersetzt durch Schwefelwasserstoff, eine schöne dunkelrothe Flüssigkeit, welche, im Wasserbade eingetrocknet, ein dunkelrothes Extract hinterläfst, aus welchem wasserfreier Alkohol den Farbstoff auszieht, mit Hinterlassung einer braunen Masse, welche aus dem Absatz des Farbstoffs und aus Pectin besteht. Wird er in Etwas kaustischen Ammoniaks aufgelöst und mit ein wenig Essigsäure vermischt, so gelatinirt das Pectin, obwohl gefärbt von etwas Absatz. Der aus den gefällten Bleisalzen erhaltene Farbstoff hinterläfst bei Wiederauflösung in wasserfreiem Alkohol nur Absatz. Nach Verdunstung des Alkohols über Schwefelsäure oder Chlorcalcium im luftleeren Raume erhält man den Farbstoff rein.

Er bildet nun ein durchsichtiges dunkelrothes Extract, das in Wasser und Alkohol in jedem Verhältnisse löslich ist, unlöslich aber in Aether. Seine Farbe zieht sich indefs etwas mehr in's Purpurrothe als die Farbe des

Blatt-

Blattroth von *Ribes Grossularia*. Seine Auflösung in Wasser giebt, beim Eintrocknen im Wasserbade, einen braunrothen Absatz von ganz gleichem Verhalten mit dem aus Blattroth. Mit Alkalien und farblosen Salzbasen giebt er grüne Verbindungen, aber deren grüne Farbe zieht sich etwas in Blau und ist nicht grasgrün, wie beim Blattroth. Die Verbindungen mit Alkalien und alkalischen Erden absorbiren sehr schnell Sauerstoff aus der Luft, und bilden die Verbindung der Absatzfarbe mit Basen, aber die Bleioxydverbindung kann ohne Veränderung getrocknet werden. Zur Hälfte mit Kalkerde gesättigt, wird das Beerenroth nicht blau, sondern verhält sich ganz so, wie ich vom Blattroth angeführt habe.

Auf gleiche Weise habe ich den Farbstoff des Kirschsafts untersucht, und ihn ganz gleich mit dem aus schwarzen Johannisbeeren gefunden.

Die beste Weise zur Abscheidung des Beerenroth ist gewifs die, dafs man erst durch kohlensauren Kalk die Citronensäure fällt, sodann mit Bleizucker die Aepfelsäure und einen Theil des Farbstoffs, um sicher zu seyn, dafs die Aepfelsäure ganz ausgefällt sey; zu dem Ende setzt man etwas Bleiessig hinzu, filtrirt und fällt sodann mit Bleizucker aus, so lange noch ein grüner Niederschlag entsteht. Diesen wäscht man, zersetzt ihn durch Schwefelwasserstoffgas, verdunstet im luftleeren Raume, löst in Alkohol und hebt den Farbstoff in dieser Auflösung auf.

Aus diesen Versuchen folgt, dafs die Farbe der gerötheten Blätter von gleicher Art ist mit der der rothen Beeren und Früchte, und dafs die Blätter keinen so allgemeinen Farbstoff enthalten, als das von Macaire Prinsep erdachte Chromule, welches durch Einwirkung verschiedener Reagentien soll aus Grün in Gelb und Roth verwandelt, und sodann wieder in Blattgrün zurückgeführt werden können.

VII. *Verschiedene Folgerungen aus dem specifischen Gewicht der Gase organischer Verbindungen; von J. J. Berzelius.*

(Aus dessen Jahresbericht, No. 18 p. 213 des Originals.)

Die zuerst von Dumas eingeführten und sodann von Mitscherlich und anderen Chemikern fortgesetzten Untersuchungen über das specifische Gewicht unbeständiger Gase führen zu ganz wichtigen Aufschlüssen über die atomistische Zusammensetzung der Körper. Ich habe hierüber in Betreff der Essigsäure, Ameisensäure und der Aetherarten verschiedene Rechnungen angestellt, und will hier meine Resultate mittheilen. Diese Resultate sind meinen Vorgängern entgangen, weil sie ihre Aufmerksamkeit nur auf die Volume der elementaren Bestandtheile richteten, und die Volume der zusammengesetzten Körper, welche als solche die gewogene Verbindung bilden, nicht speciell in Rechnung nahmen.

So hat man das spec. Gewicht des *Essigäthers*, welches =3,0634, berechnet aus dem Gewicht der Volume der einzelnen Atome, und dadurch erhalten:

4	Vol.	Kohlengas	= 6,7424 [1])
16	-	Wasserstoffgas	= 1,1008
4	-	Sauerstoffgas	= 4,4104
			12,2536.

Diese Summe, durch 4 dividirt, giebt 3,0634. Man ist nun bei der Bemerkung stehen geblieben, daſs die Bestandtheile von 28 auf 4 verdichtet seyen, ohne da-

1) Das spec. Gew. des Kohlengases =0,8428 aus dem Kohlenoxydgase hergeleitet, in der Annahme, daſs dasselbe, ohne Verdichtung, aus 1 Vol. Sauerstoff und 1 Vol. Kohlengas bestehe.

bei den wahrscheinlichen Schlufs zu ziehen, dafs von diesen vier Volumen zwei Essigsäure und zwei Aether, in Gasform, vereinigt ohne Condensation seyn könnten. Aus dem Folgenden wird man ersehen, zu welchem Resultate die Folgerung hieraus führt.

Der *Aether* wiegt in Gasform 2,5809. Nun machen:

4	Vol.	Kohlengas	= 3,3712
10	-	Wasserstoffgas	= 0,6880
1	-	Sauerstoffgas	= 1,1026
			5,1618.

Die Hälfte hievon ist 2,5809. Hieraus hat man geschlossen, dafs 15 Vol. zu 2 Vol. verdichtet seyen; aber von diesen ist das eine offenbar Sauerstoffgas. Hiebei ist nun der Fall möglich, dafs das Aethergas auf 1 Vol. Sauerstoffgas enthält entweder 1 Vol. Aetherradical oder 2 Vol. desselben, verdichtet mit dem 1 Vol. Sauerstoffgas von 3 auf 2. Was wirklich der Fall sey, kann durch das specifische Gewicht des *Salzsäure-Aethers* entschieden werden.

Wenn der Aether als ein Oxyd betrachtet wird, so ist bekanntlich sein Radical $=C^4H^{10}$, für welches wir den von Liebig eingeführten Namen *Aethyl* anwenden wollen. Der Salzsäure-Aether ist dann eine Verbindung von Chlor mit Aethyl, ein *Aethylchlorür* $=C^4H^{10}+Cl$. Was vom Radical in dieser Verbindung mit 2 Vol. Chlorgas vereinigt ist, entspricht dem im Oxyd mit 1 Vol. Sauerstoffgas Verbundenen, gemäfs den gewöhnlichen und allgemein bekannten Verhältnissen. Das spec. Gewicht des Aethylchlorürs ist =2,2349. Es besteht aus:

4	Vol.	Kohlengas	=3,3712
10	-	Wasserstoffgas	=0,6880
2	-	Chlorgas	=4,8807
			6,9319

was, durch 4 dividirt, 2,2349 giebt. Diese 16 Vol. ha-

ben sich folglich zu 4 verdichtet, von denen 2 Chlor sind. Man kann also mit Recht annehmen, dafs die Verdichtung bei den Bestandtheilen des Aethyls stattgefunden habe, dafs diese von 14 Vol. zu 2 verdichtet worden seyen. Das Aethyl mufs dann wiegen:

4 Vol.	Kohlengas	=3,3712
10 -	Wasserstoffgas	=0,6880
		4,0592.

Hieraus folgt, dafs 1 Vol. Aethylgas halb so viel wiegt,

also	=2,0296
hiezu $\frac{1}{4}$ Vol. Sauerstoffgas	=0,5513
giebt	2,5809

als specifisches Gewicht des Aethergases. Daraus folgt unbestreitbar, dafs 1 Vol. Aethergas aus 1 Vol. Aethylgas und $\frac{1}{4}$ Vol. Sauerstoffgas besteht, dafs also das Aethylgas demselben Gesetze folgt, wie der Wasserstoff oder Stickstoff bei Verbindung mit Sauerstoff, und der Sauerstoff bei Verbindung mit Kohle, dafs nämlich 2 Volume des ersteren sich mit 1 Vol. des letzteren verbinden, verdichtet von 3 auf 2. Wir finden also bei den zusammengesetzten organischen Radicalen dasselbe einfache Naturgesetz, dem die einfachen unorganischen gehorchen. — Es folgt daraus ferner, dafs der Aether besteht aus 1 Doppelatom des Radicals und 1 At. Sauerstoff

$$=2C^2H^5+O \text{ oder } C^2H^5O.$$

Das summarische Resultat für das *Aethyloxyd* (Aether) ist also folgendes: 1 Vol Aethylgas besteht aus 2 Vol. Kohlengas und 5 Vol. Wasserstoffgas, verdichtet von 7 zu 1. Es wiegt 2,0296, und verbindet sich, ohne Volumsveränderung, mit $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoffgas zu 1 Vol. Aethergas und mit 1 Volum Chlorgas zu 2 Volum Athylchlorür.

Versuchen wir nun die Anwendung hievon auf die

Essigsäure zu machen. Ein Volum *Essigäther* wiegt, wie wir schon bemerkt, 3,0634, und seine Bestandtheile sind verdichtet von 28 : 4. Diese Verbindung enthält 4 Vol. Sauerstoff, von denen 1 Vol. dem Aethyloxyd angehört, und, wie wir gesehen, 2 Vol. Aethergas entspricht. Die übrigen 2 Volume müssen also Essigsäuregas ausmachen, wenn nämlich, wie wir zu vermuthen allen Grund haben, das gasförmige essigsaure Aethyloxyd 1 Vol. Base und 1 Vol. Säure unverdichtet enthält, was wirklich der Fall ist, wie wir weiterhin sehen werden. Dann besteht es aus:

$\frac{1}{2}$ Vol.	Aethyloxydgas	=1,29045
$\frac{1}{2}$ -	Essigsäuregas	=1,77295
1 -	essigs. Aethyloxyd	=3,06340.

Daraus ergiebt sich das Gewicht von 1 Vol. Essigsäure =3,5459; allein die Essigsäure besteht aus:

4 Vol.	Kohlengas	=3,3712
6 -	Wasserstoffgas	=0,4128
3 -	Sauerstoffgas	=3,3078
		7,0918.

Die Hälfte hievon ist 3,5459. Die 13 Vol. sind also verdichtet zu 2, und enthalten, was auch aus der bekannten procentischen Zusammensetzung der Essigsäure folgt, 1 $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoffgas. Ueber das Volumverhältnifs des Radicals giebt diese Bestimmung übrigens keine Sicherheit. Es kann ein halbes oder ein ganzes Volum seyn; wir werden nun sehen, dafs es ein ganzes Volum ist.

Im letzten Jahresbericht, pag. 311, erwähnte ich Regnault's Entdeckung von Verbindungen des Essigsäure-Radicals, welches wir *Acetyl* nennen wollen, mit Chlor und Brom [1]). Das spec. Gewicht des Acetylchlorürs, in Gasform, fand er =2,166 und die Zusam-

1) S. Annalen, Bd. XXXVII S. 77.

mensetzung desselben $= C^4 H^6 + Cl$. Diefs macht in Gasform:

4 Vol. Kohlengas	=3,3712
6 Vol. Wasserstoffgas	=0,4128
2 Vol. Chlorgas	=4,8807
	8,6647

was, durch 4 dividirt, 2,16617 giebt. Darin haben sich also 12 Volume verdichtet zu 4. Von diesen sind 2 Chlor. Die übrigen 2 müssen also Acetylgas seyn, aber 8,6647 — 4,8807 = 3,7840, wovon die Hälfte das Gewicht eines Volums Acetyl =1,8920. Wenn nun 1 Vol. Essigsäure enthält:

	1 Vol. Acetyl	=1,8920
	1½ - Sauerstoffgas	=1,6539
so wiegt	1 Vol. Essigsäure	=3,5459

ganz wie oben gefunden. Daraus folgt dann klar, dafs die Essigsäure aus 2 At. Radical und 3 At. Sauerstoff $= C^2 H^3 + 3O$ besteht, und dafs diese Bestandtheile in Gasform von 5 auf 2 verdichtet sind. Aus dem Acetylbromür, dessen spec. Gewicht auch bestimmt wurde, ergiebt sich dasselbe Resultat.

Wenden wir nun diese Bestimmung auf das von Liebig entdeckte *Aldehyd* an. Als Gas hat es das spec. Gewicht =1,532, und nach der Analyse und nach einigen Voraussetzungen über seine Zusammensetzung kann es als $C^4 H^6 O + \dot{H}$, d. h. als Acetyloxydhydrat angesehen werden. Vereinigen sich:

	2 Vol.	Acetylgas	=3,7840
mit	1 -	Sauerstoffgas	=1,1026
zu	2 -	Aldehyd	=4,8866
so wiegt	1 -	Acetyloxyd	=2,4433
hiezu	1 -	Wassergas	=0,6201
bilden	2 -	Aldehydgas	=3,0634

also 1 Vol. Aldehydgas wiegt 1,5317, und besteht aus $\frac{1}{2}$ Vol. Acetyloxyd und $\frac{1}{2}$ Vol. Wasser [1]). Diese Resultate, obwohl mit den angeführten theoretischen Ansichten übereinstimmend, beweisen sie doch nicht, denn andere Gesichtspunkte, unter welchen das Aldehyd betrachtet werden kann, leiten zu gleich annehmlichen Gewichts-Uebereinstimmungen. Da aber das Acetyl in seinem Verhalten ungefähr denselben Gesetzen zu folgen scheint, wie der Stickstoff und der Phosphor, so schien mir klar, dafs bei dem Aldehyd, dem niedrigsten Oxydationsgrade des Phosphors ähnlich, eine *unteracetylige Säure* gesucht werden müsse, und dafs das *Acetyl-Ammoniak* nichts anderes sey als *unteracetyligsaures Ammoniumoxyd.* Das Aldehyd müfste demnach mit Kalium Wasserstoffgas entwickeln und *unteracetyligsaures Kali* geben.

Diese Ideen theilte ich dem sinnreichen Entdecker des Aldehyds mit, welcher sie prüfte und mir folgende Angabe übersandte: »Wenn Kalium gelinde in Aldehyd erwärmt wird, so entsteht, unter starker Wasserstoffgas-Entwicklung, eine syrupdicke Flüssigkeit, welche, im luftleeren Raume eingetrocknet, ein weifses Salz hinterläfst, welches sich an der Luft nicht bräunt, schwach alkalisch schmeckt und mit Säuren Aldehyd liefert. Es ist *unteracetyligsaures Kali.*« — Erst nach dieser Thatsache ist die Natur des Aldehyds richtig erkannt; sie giebt einen sicheren Grund für die ganze übrige Lehre vom Acetyl und dessen Verbindungen.

Die numerischen Bestimmungen, welche ich hier vorlege, gewähren sicher keine unterhaltende Lectüre; allein

1) Als eine nicht unbedeutende Bestätigung der Richtigkeit der angeführten Data verdient bemerkt zu werden, dafs das Acetyloxydhydrat dieselbe procentische Zusammensetzung wie das acetylsaure Aethyloxyd (Essigäther), aber nur die halbe Anzahl einfacher Atome besitzt, und deshalb auch in Gasform nur ein halb so grofses specifisches Gewicht als letzteres.

die Wichtigkeit solcher Betrachtungen ist so grofs, dafs ich kein Bedenken trage, die Leser noch mit einigen zu beschweren, ungeachtet, nachdem das Verfahren zum Gebrauch der specifischen Gewichte einmal angegeben ist, ein Jeder selbst diese Bestimmungen machen kann. Ich betrachte zunächst den *Ameisensäuredampf* und die interessante Reihe von Aetherarten, die Dumas und Peligot vom *Holzgeist* erhalten haben (Jahresbericht, 1835, S. 375. — Annalen, Bd. XXXVI S. 88).

Dumas und Peligot haben gefunden, dafs 1 Vol. des neuen Aethers, den sie *Methylenhydrat* heifsen, und ich, an der angeführten Stelle, *Holzäther* nannte, hier aber *Methyloxyd* nennen will, aus $C^2 H^6 O$ besteht, und isomer ist mit Alkohol, dessen spec. Gewicht 1,6005 er auch in Gasform besitzt. Er besteht also aus:

2	Vol.	Kohlengas	=1,6856
6	-	Wasserstoffgas	=0,4128
1	-	Sauerstoffgas	=1,1026
			3,2010

wovon die Hälfte =1,6005. Er enthält folglich, wie das Aethyloxyd, die Hälfte seines Volums an Sauerstoffgas. Ob das Uebrige ½ oder 1 Vol. sey, kann aus dieser einzigen Thatsache nicht entschieden werden, aber es ergiebt sich aus dem spec. Gewicht des *Methylchlorürs*, welches =1,7448. Aus der Analyse ist bekannt, dafs der Chlorgehalt desselben ½ Vol. Chlor entspricht. Zieht man dessen Gewicht =1,22017 ab von dem des Chlorürgases, so bleibt für die andere Hälfte des Volums 0,52473, was für 1 Vol. Chlor oder für ½ Vol. Sauerstoffgas (die einander aequivalent sind) verdoppelt werden mufs. Diefs macht für

	1	Vol.	Methylgas	=1,0492
hiezu	½	-	Sauerstoffgas	=0,5513
giebt	1	-	Methyloxyd	=1,6005

ganz übereinstimmend mit dem Versuch. Daraus folgt weiter, dafs das Methyloxyd aus 1 At. Methyl und 1 At. Sauerstoff $=C H^3 + O$ besteht, und folglich analog wie das Aethyloxyd zusammengesetzt ist; dafs im Methyl 1 Vol. Kohlengas und 3 Vol. Wasserstoffgas von 4 auf 1 verdichtet sind, und dafs 2 Vol. desselben sich mit 1 Vol. Sauerstoffgas verbinden zu 2 Vol. Methyloxydgas.

Dumas und Peligot fanden das Gewicht von 1 Vol. ameisensauren Methyloxyds $=2{,}084$; in dieser Menge finden sich 0,80033 Methyloxyd, was genau das Gewicht von $\frac{1}{2}$ Vol. ausmacht. Der Rückstand 1,28277 mufs dann das Gewicht von $\frac{1}{2}$ Vol. *Ameisensäure* seyn. Diese Säure besteht aus:

2 Vol. Kohlengas	=1,6856
2 Vol. Wasserstoffgas	=0,1376
3 Vol. Sauerstoffgas	=3,3078
	5,1310.

Wenn diese 7 Vol. zu 2 Vol. verdichtet sind, so wiegt 1 Vol. Ameisensäure 2,5655, wovon die Hälfte 1,28275 nahe gleich ist dem, was das Gewicht des ameisensauren Methyloxydgases gegeben hat.

Ein Volum Ameisensäure enthält also $1\frac{1}{2}$ Volum Sauerstoffgas. Aus der Verbindung ihres Radicals, welches wir *Formyl* nennen wollen, mit Chlor (Dumas's Chloroform) schliefsen wir, dafs dasselbe 1 Vol. ausmacht.

Aus Dumas's Versuchen ist bekannt, dafs die Flüssigkeit, welche man durch Destillation von schwachem Alkohol mit chlorigsaurem Kalk erhält, aus dem Radical der Ameisensäure und 3 Doppelatomen Chlor besteht, d. h. dafs sie Ameisensäure ist, dessen Sauerstoff durch das Aequivalent an Chlor ersetzt worden ist. Die-

ses *Formyl-Superchlorid* hat in Gasform das spec. Gewicht 4,1163. Es besteht aus:

	1½ Vol.	Chlorgas	=3,6605
und	½ -	Formylgas	=0,4558
			4,1163

folglich wiegt:

	1 Vol.	Formyl	=0,9116
das mit	1½ -	Sauerstoffgas	=1,6539
giebt	1 -	Ameisensäuregas	=2,5655

wie zuvor.

Daraus folgt, dafs im Formyl verdichtet sind 1 Vol. Kohlengas und 1 Vol. Wasserstoffgas zu 1 Volum; und dafs 2 Vol. Formyl sich mit 3 Vol. Sauerstoff verbinden, und von 5 zu 2 Vol. Formylsäure oder Ameisensäure verdichten, die dann besteht aus $2CH+3O$ oder $\text{C}HO^3$.

Dumas und Peligot bestimmten das spec. Gewicht des *Methylfluorürs* in Gasform zu 1,186. Wahrscheinlich ist es ähnlich wie das Chlorür zusammengesetzt und enthält ½ Vol. von jedem seiner Bestandtheile. Zieht man nun von dem Gewicht desselben ½ Vol. Methyl =0,52473 ab, so bleibt 0,66127 für ½ Vol. Fluor, dessen spec. Gewicht in Gasform dann 1,32254 ist, und sich auch vermuthlich niemals auf eine andere Weise bestimmen lassen wird.

Dumas und Peligot fanden das spec. Gewicht des *benzoësauren Aethyloxyds*, in Gasform, =5,407. Besteht es aus ½ Vol. Aethyloxydgas und ½ Vol. Benzoësäuregas, so wiegt das halbe Volum dieser Säure 4,1165, Aber diese Säure besteht aus:

14 Vol.	Kohlengas	=11,7992
10 -	Wasserstoffgas	= 0,6880
3 -	Sauerstoffgas	= 3,3078
		15,7950.

Wenn nun diese 27 Vol. sich zu 2 Vol. verdichtet haben, so wiegt 1 Vol. Benzoësäure 7,8975, was nur etwas weniger als das Resultat aus der Wägung des Aethergases ist, und zu beweisen scheint, dafs das spec. Gewicht des benzoësauren Aethyloxydgases eigentlich 5,28925 seyn mufs; eine Abweichung, die bei einem so wenig flüchtigen Körper leicht erklärlich ist.

Mitscherlich fand das spec. Gewicht der wasserhaltigen Benzoësäure in Gasform $= 4,27$. Besteht sie aus

	$\frac{1}{2}$ Vol.	Benzoësäuregas	$= 3,94875$
	$\frac{1}{2}$ -	Wasserdampf	$= 0,62010$
so wiegt	1 -	wasserhalt. Säure	$= 4,56885$

woraus man sieht, dafs die Versuche um das eigentliche richtige Verhältnifs variiren, was beweist, dafs das Gas der Benzoësäure, wie das der beiden vorhergehenden Gase, $1\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoffgas enthält, und daraus dürfte man schliefsen können, dafs sie 1 Vol. Radical enthält, und besteht aus $2C^7H^5 + 3O = \bar{C}^7\bar{H}^5O^3$.

In der jetzt erscheinenden deutschen Ausgabe meines Lehrbuches habe ich auf diese Weise alle in Gasform gewägten organischen Verbindungen zu bestimmen gesucht, da mir dieser zu einigen erklärenden Resultaten zu führen schien. Zur leichteren Uebersicht will ich hier alle neuen spec. Gewichte, welche aus den angeführten Berechnungen hergeleitet werden können, zusammenfassen:

			Verdichtung.
Aethyl	$2C + 5H$	2,0296	7 : 1
Methyl	$C + 3H$	1,0492	4 : 1
Acetyl	$2C + 3H$	1,8920	5 : 2
Unteracetylige Säure	$\bar{C}^2\bar{H}^3 + O$	2,4433	11 : 2
Acetylsäure	$\bar{C}^2\bar{H}^3 + 3O$	3,5459	13 : 2
Formyl	$C + H$	0,9116	2 : 1
Formylsäure	$\bar{C}\,\bar{H} + 3O$	2,5655	7 : 1

			Verdichtung.
Benzoësäure	$C^7 H^5 + 3O$	7,8975	27 : 2
Fluor		1,3225	

Werfen wir jetzt von dem Resultate dieser Berechnungen einen Rückblick auf die beiden abweichenden Ansichten über die Zusammensetzung der Aetherarten. Die eine dieser Ansichten betrachtet dieselben als Oxyde zusammengesetzter Radicale, und die andere als Hydrate von Kohlenwasserstoff $C^4 H^8$ und $C^2 H^6$, welche noch eben so wenig für sich dargestellt sind als die angenommenen Radicale $C^2 H^5$ und $C H^3$. Auch aus dieser letzteren Ansicht kann man entsprechende Herleitungen von dem specifischen Gewichte der Verbindungen aufstellen, worin aber ein, durch keine gewöhnlichen Verwandtschaften abzuscheidendes Wasseratom beständig eingeht, nach Erfordernifs bald mit der Säure, bald mit dem Kohlenwasserstoff.. Man mag wählen, welche Ansicht man will, die numerischen Resultate bleiben immer dieselben; sucht man aber die einfachste, die am besten mit den Erfahrungen über die unorganische Natur übereinstimmende, so ist es gewifs die, welcher hier der Vorzug gegeben wurde. Vielleicht ist Dumas jetzt der Einzige, welcher die Ansicht, dafs der Aether ein Hydrat von Kohlenwasserstoff sey, ernstlich vertheidigt; allein da er in allen seinen Arbeiten, die vom Aether handeln, versichert, dafs er und sein nunmehr verstorbener Theilhaber an der älteren verdienstvollen Arbeit über die Aetherarten, Boullay, Urheber beider Ansichten seyen, und er zur Bestärkung davon, dafs er und Boullay schon 1828 die Idee vom Aether als Oxyd von $C^2 H^5$ aufgestellt habe, in seinem Handbuche der angewandten Chemie, T. V p. 91, nichts anderes anzuführen weifs, als Folgendes: »Die Zusammensetzung dieser Körper mufs dann seyn:

1 Vol. Aethergas $=\left\{\begin{array}{l}\text{2 Vol. ölbildendes Gas}\\ \text{1 Vol. Wassergas}\end{array}\right.$

so dürfte diefs mehr zu betrachten seyn als ein Manöver, den Uebergang von der einen eigenen Hypothese zu der andern vorzubereiten, denn als einen Versuch sich mit einem so offenbar fremden Federchen zu schmücken, welches unter seinem übrigen wissenschaftlichen Flitterstaat wirklich nicht bemerkt werden würde.

VIII. *Ueber die Zusammensetzung einiger organischen Säuren; von den HH.* ***Dumas und Liebig.***

(*Compt. rend. T. V p.* 863.)

Zur Zeit, da die Elementar-Analyse unter den Händen der HH. Gay-Lussac und Thénard jenen Grad von Genauigkeit erreichte, welcher ihren Nachfolgern erlaubt hat, gewisse Anwendungen davon auf das Studium der Zusammensetzung organischer Körper zu machen, unternahmen jene berühmten Chemiker eine Analyse des citronensauren Kalks. Späterhin bestimmte Hr. Berzelius die Zusammensetzung der Citronensäure und des citronensauren Bleioxyds; die Zusammensetzung dieser Säuren schien dadurch unabänderlich festgesetzt zu seyn. Indefs fand Hr. Berzelius selbst durch spätere Untersuchungen, dafs die Citronensäure, betrachtet als $C^4H^4O^4$, wie man es bis dahin gethan, Salze von sehr ungewöhnlichen Eigenschaften erzeugen würde. Das Natron und das Barytsalz z. B., bis 200° C. erhitzt, verlieren Wasser, was sie nicht enthielten. Ihre Säure scheint also zersetzt worden zu seyn. Wenn man indefs diese Salze mit Wasser in Berührung bringt, findet man in ihnen wieder die gewöhnliche Citronensäure mit allen ihren

Eigenschaften. Diese scheinbare Beweglichkeit der Elemente der Citronensäure hat Aufsehen bei allen Chemikern erregt. Es sind wohl wenige, die nicht einige Versuche gemacht hätten, in der Hoffnung eine richtige Erklärung hievon aufzufinden. Wir haben geglaubt, die Untersuchung dieser grofsen Schwierigkeit sey eine der ersten Aufgaben, die uns bei dem unternommenen allgemeinen Studium beschäftigen müsse.

Wir glauben sie gelöst zu haben. Wirklich haben wir gefunden, dafs man, bei gehöriger Vorsicht, den meisten citronensauren Salzen die nämliche Menge Wasser entziehen kann, welche das Natron- und das Barytsalz bei den Versuchen des Hrn. Berzelius verloren. Man mufs also annehmen, dafs dieses Wasser nicht wirklich zur Zusammensetzung der Citronensäure gehört. Allein dieses angenommen, bleibt noch die Schwierigkeit, zu erklären, wie bei Hrn. Berzelius Versuchen, gleichwie bei den unsrigen, jedes Atom Citronensäure blofs ein Drittel Atom Wasser verliere, und niemals mehr.

Diese Schwierigkeit kann bei den älteren Ansichten über die Natur der Säuren nur durch die Voraussetzung beseitigt werden, dafs das Atom der *Citronensäure* zu verdreifachen sey, man also in den neutralen citronensauren Salzen wirklich drei Atome Basis habe. Man würde also die folgende Reihe haben:

Wahre Säure $C_{12}H_{10}O_{11}$
Getrockn. · $C_{12}H_{10}O_{11}+3H_2O$
Krystallis. · $C_{12}H_{10}O_{11}+3H_2O+2H_2O$
Wahre Salze $C_{12}H_{10}O_{11}+3BaO$, od. $3NaO$ od. $3AgO$.

Nach Aufstellung dieser Punkte haben wir uns mit lebhaftem Interesse mit einer Aufgabe gleicher Ordnung beschäftigt, die durch die neueren Untersuchungen des Hrn. Biot und des Hrn. Fremy, und durch einige noch nicht veröffentlichte Versuche des Hrn. Peligot erhoben worden ist. Die für die Weinsäure angenommene Formel pafst nämlich nicht mehr auf die Gesammtheit

der von ihnen beobachteten Resultate. Nach den Analysen des Hrn. Berzelius ist die Weinsäure $C_4 H_4 O_5$. Diese Analysen sind an sich nicht zweifelhaft; allein wir haben starke Gründe zu glauben, dafs die Weinsäure, wie die Citronensäure, fähig ist, Wasser auf Kosten ihrer eigenen Bestandtheile zu verlieren.

Um diese Ansicht zu bewähren, haben wir viele Analysen mit dem Brechweinstein unternommen, und uns dadurch überzeugt, dafs derselbe zwei Atome Wasser verliert, welches er nicht enthält. Jedes Atom Säure, welches in die Zusammensetzung des Brechweinsteins eingeht, verliert also ein Atom Wasser. Statt den Brechweinstein vorzustellen durch:

$$C_8 H_8 O_{10} \text{ , } KO \text{ , } Sb_2 O_3 \text{ ,}$$

mufs man schreiben:

$$C_8 H_4 O_8 \text{ , } KO \text{ , } Sb_2 O_3 \text{ , } H_4 O_2 .$$

Die beiden Atome Wasser entweichen bei 220° C., und sind unabhängig vom Krystallwasser des Brechweinsteins.

Die *Mekonsäure* und *Cyanursäure* bieten ähnliche Erscheinungen dar.

Hier ist also eine neue Klasse von Erscheinungen, welche allgemein zu werden strebt, und aus welcher folgendes Gesetz hervorzugehen scheint: Bei der Citronen-, Wein-, Mekon- und Cyanursäure kann jedes Atom Sauerstoff der Basen, mit denen sie sich vereinigen, verdrängen, und ersetzen ein Atom Sauerstoff, welches als Wasser entweicht. Diese Säuren stellen also nicht Salze mit Ueberschufs an Base dar, sondern Salze von gleicher Ordnung mit den gewöhnlichen phosphorsauren.

Man erlaube uns hinzuzufügen, dafs diese merkwürdigen Erscheinungen sich einfacher und allgemeiner auffassen lassen, wenn man die genannten Säuren als *Wasserstoffsäuren* einer neuen Art betrachtet.

Die *Weinsäure* z. B., betrachtet wie bisher, giebt die Formeln:

Wahre Säure	$C_4H_4O_5$
Wasserhaltige Säure	$C_4H_4O_5 . H_2O$
Neutrales Kalisalz	$C_4H_4O_5 . KO$
Weinstein	$C_4H_4O_5 . KO + C_4H_4O_5 . H_2O$
Brechweinstein	$2C_4H_4O_5 + KO + Sb_2O_3$.

Diese verwickelten Formeln werden sehr einfach, wenn man sie folgendermafsen schreibt:

Wasserstoffsäure	$C_8H_4O_{12} . H_8$
Neutrales Kalisalz	$C_8H_4O_{12} \left\{ \begin{matrix} K_2 \\ H_4 \end{matrix} \right\}$
Weinstein	$C_8H_4O_{12} \left\{ \begin{matrix} K \\ H_6 \end{matrix} \right\}$
Wasserfreier Brechweinstein	$C_8H_4O_{12} \left\{ \begin{matrix} K \\ Sb_2 \end{matrix} \right\}$

Hieraus sieht man, dafs es wasserfreie Weinsäure nicht giebt, dafs man ein Radical $C_8H_4O_{12}$ annehmen mufs, welches mit H_8 eine *Wasserstoffsäure* neuer Art ausmacht.

Diefs angenommen, werden alle Verbindungen des Weinsäure-Radicals ausgedrückt, wenn man sagt: dafs in diesen Verbindungen der Wasserstoff ganz oder theilweise durch sein Aequivalent an Metall ersetzt werde, wie diefs bei allen ähnlichen Ersetzungen der Fall ist.

Wir können ohne Mühe zeigen, dafs sich auch die Citronensäure, Mekonsäure und Cyanursäure als Wasserstoffsäuren betrachten lassen. Man findet in unserer Abhandlung eine experimentelle Discussion dieses neuen Gesichtspunktes, welcher den Meinungen des Hrn. Dulong in Betreff der Oxalsäure eine unerwartete Ausdehnung giebt.

IX.

IX. *Ueber die Naphthalinschwefelsäure;* *von J. J. Berzelius.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. LXV p.* 290.)

Die Pflanzen-Schwefelsäuren (*acides végeto-sulfuriques*) scheinen von zweierlei Art zu seyn. In der einen spielt die organische Substanz die Rolle einer Basis, und kann durch eine stärkere Base aus ihrer Verbindung ausgetrieben werden; von der Art sind die *Weinschwefelsäure* und *Methylenschwefelsäure*. Ihr Sättigungsvermögen ist auf die Hälfte zurückgeführt, weil die organische Base die andere Hälfte der Säure sättigt. Sie geben keine sauren oder basischen Salze, da ihre Salze Doppelsalze von der organischen und der unorganischen Base sind. Bei der andern Art ist die organische Substanz nicht basisch, kann nicht durch eine stärkere Base ausgetrieben werden, und ändert nicht das Sättigungsvermögen der Schwefelsäure. Diese Säuren können sowohl saure als basische Salze liefern. Ihr Prototyp ist die *Benzoëschwefelsäure.*

Unter diesem Gesichtspunkt habe ich Versuche unternommen, um zu bestimmen, zu welcher Gattung diese oder jene Pflanzen-Schwefelsäure gehöre. Ich begann mit der *Isäthionsäure*, deren Verschiedenheit in der Zusammensetzung mit der isomeren Schwefelweinsäure Hr. Liebig zuerst erklärt hat. Meine Resultate stimmen mit den seinigen überein; allein ich erkläre die Zusammensetzung auf eine etwas andere Weise. Hr. Liebig hat gefunden, dafs das isäthionsaure Kali, behandelt mit Kalihydrat in einer so hohen Temperatur, dafs die darin enthaltene organische Substanz zerstört wird, schwefligsaures Kali, gemengt mit schwefelsaurem giebt; und daraus schliefst er, dafs die Säure Unterschwefelsäure enthalte, weil das weinschwefelsaure Kali, eben so behandelt, nicht dasselbe Resultat liefert. Dieser Schlufs ist

vielleicht richtig, aber noch des Beweises bedürftig, denn Kali treibt das Aethyloxyd, d. h. den Aether, aus, und bildet schwefelsaures Kali. Ich erhitzte ein Gemenge von schwefelsaurem Kali mit einem verbrennlichen Kalisalz, z. B. margarinsauren Kali, und Kalihydrat. Die Pflanzensäure ward zerstört; allein bei keinem meiner Versuche fand ich schweflige Säure im Rückstand, wie sehr ich auch die Temperatur mäfsigte. Es hat also grofse Wahrscheinlichkeit, dafs die Folgerung von Hrn. Liebig richtig ist. Er betrachtet das isäthionsaure Kali als $\dot{K}\dddot{S} + C^4H^8O + \dot{H}$, und läfst das Atom Wasser durch eine Verwandtschaft halten, die einer Temperatur von 350° C. widersteht. Diefs schien mir nicht recht verträglich mit dem gewöhnlichen Verhalten des Wassers. Es ist rationeller anzunehmen, Wasserstoff und Sauerstoff seyen Bestandtheile der organischen Substanz, die dann $C^4H^{10} + 2O$ seyn würde, d. h. ein Aethylhyperoxyd, und diese würde dann mit Hyposulfaten von Wasser, Baryt, Kali u. s. w. verbunden seyn. Die Hypothese läfst indefs keine entscheidenden Beweise zu.

Ich wählte darauf die *Naphthalinschwefelsäure* als Gegenstand der Untersuchung. Was man Naphthalinschwefelsäure nennt, ist ein Gemenge von zwei verschiedenartigen Säuren, deren eine jedoch in Ueberschufs vorhanden ist. Das gewöhnliche naphthalinschwefelsaure Salz ist ein Gemenge von zwei schwer mit Genauigkeit trennbaren Salzen. Ich mufs jedoch bemerken, dafs die Säure des Salzes, welches Hr. Faraday *Glowing sulfonaphthalate of Baryte* nennt, und welches sich nur selten bildet, nicht darunter ist.

Um die beiden mit einander gemengten Salze zu trennen, dampfte ich ihre Lösung ab, bis sie anfing eine Salzhaut auf ihrer Oberfläche abzusetzen, und vermischte sie dann mit dem doppelten ihres Voluns an Alkohol von 0,833.

Nach einigen Minuten begann das eine Salz sich in eines weifsen Pulvers niederzuschlagen. Nach

12 bis 16 Stunden setzte die Lösung nichts mehr ab. Die Salze sind indefs noch nicht vollständig getrennt oder rein; allein es würde zu weit führen hier die Details ihrer gänzlichen Reinigung anzugeben.

Das aufgelöste Salz ist das wahre naphthalinschwefelsaure. Es krystallisirt in glänzenden Plättchen, welche, getrocknet, wie Silber aussehen, vor allem das Barytsalz, wenn man es durch Erkalten krystallisirt hat.

Es scheint, Hr. Faraday habe es rein gehabt, da er 41,70 Procent schwefelsauren Baryt daraus gewann. Offenbar kann es nicht aus Naphthalin und Schwefelsäure zusammengesetzt seyn, weil es sonst 40 Procent schwefelsauren Baryt geben müfste. Vielmehr besteht es aus 2 At. Naphthalin und 1 At. Unterschwefelsäure, verbunden mit 1 At. Baryt, $=\dot{Ba}\,\overset{\therefore}{S} + 2C^{10}H^{8}$. Es mufs also naphthalin-unterschwefelsaurer Baryt genannt werden.

Das andere Barytsalz läfst sich nicht krystallisirt erhalten; es löst sich sehr langsam und weit weniger in Wasser als das erstere. In Alkohol, selbst in sehr verdünntem, ist es wenig löslich. Es giebt 50,9 Procent schwefelsauren Baryts. Für sich in einem Glasrohr erhitzt, giebt es im Moment der Zersetzung etwas sublimirtes Naphthalin und ein saures Gas, welches nicht den Geruch der schwefligen Säure besitzt, aber im Gaumen die eigenthümliche Empfindung dieser Säure hervorbringt. Diefs Salz besteht aus 1 At. schwefelsauren Baryt, 1 At. Schwefelsäure, 11 At. Kohle und 9 At. Wasserstoff.

	Versuch.	Atome.	Rechnung.
Schwefelsaurer Baryt	50,930	1	50,906
Schwefelsäure	17,507	1	17,507
Kohle	29,523	11	29,526
Wasserstoff	1,925	9	1,961

Beide Arten Säure geben keine Spur von schwefelsaurem Salz, wenn man sie heifs mit einem Ueberschufs

von concentrirter Aetzkalilauge behandelt; allein beide geben schwefligsaures Kali, wenn man sie bis zur Zerstörung der organischen Substanz mit Aetzkali erhitzt. Es ist also sehr wahrscheinlich, dafs beide Unterschwefelsäure enthalten. Das Salz der letzteren würde seyn $=Ba\dddot{S}+C^{11}H^{9}O$. Unter diesem Gesichtspunkt nenne ich die neue Säure *Naphthinunterschwefelsäure* (*acide hyposulfonaphtinique*). Diese Säure bildet sich auch, wenn man Naphthalin mit gewöhnlicher concentrirter Schwefelsäure behandelt. Zugleich bilden sich andere Körper von interessanter Zusammensetzung. Die Säure des *Glowing salt* (verglimmenden Salzes) von Faraday scheint isomer zu seyn mit der Naphthalinunterschwefelsäure.

Ich vermuthe, dafs die beiden blauen Säuren des Indigo auch Unterschwefelsäure enthalten. Ich beschäftige mich gegenwärtig mit ihrer Untersuchung. Ich habe Hrn. Dumas's Resultate über denselben Gegenstand gesehen; offenbar stimmt seine Analyse der *sulfindylate de potasse* sehr wohl mit dieser Idee. Vergebens habe ich gesucht schwefelsaure Salze zu erzeugen durch Behandlung von indigschwefelsauren Salzen mit anderen stärkeren Basen. Es wird nur die organische Substanz verändert, und ich habe wenigstens fünf neue Pflanzenschwefelsäuren von verschiedener Farbe dargestellt, deren Zusammensetzung ich zu untersuchen Willens bin.

X. *Ueber die Schwefelblumen;*
von Dr. J. Fritzsche.

(Mitgetheilt vom Verfasser aus den Berichten der Petersburger Academie.)

Bei der mikroskopischen Untersuchung der im Handel vorkommenden Schwefelblumen fand ich, dafs die Annahme, die Schwefelblumen bestehen aus sehr feinen Krystallen, unrichtig sey, und dafs dieselben vielmehr ein Haufwerk kleiner, mannigfach an einander gereihter Kugeln darstellen, deren Durchmesser bei den von mir untersuchten ungefähr zwischen $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{700}$ einer Linie variirte. Sie sind bei einer 200maligen Linearvergröfserung, deren ich mich im Verlaufe dieser Untersuchungen fortwährend bediente, selbst in Flüssigkeiten liegend betrachtet, fast ganz undurchsichtig, ihre Oberfläche ist glatt; sie geben beim Zerdrücken unregelmäfsige Bruchstücke, und es läfst sich also durch die Beobachtung keine krystallinische Structur an ihnen nachweisen, obgleich wir sie ihnen der Theorie nach dennoch zuschreiben müssen. Um zu erfahren, welchem Umstande sie ihre Kugelgestalt verdanken, destillirte ich Schwefel aus einer kleinen Retorte, liefs den, im Anfange der Destillation sich bildenden Strom von Schwefelblumen auf kleine Glasplatten fallen, und erhielt so, wenn ich den Strom nur sehr kurze Zeit auf eine Stelle fallen liefs, in kleineren oder gröfseren Abständen von einander liegende *Kugeln*, deren Durchmesser $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{400}$ einer Linie ungefähr betrug. Sie sind, so frisch bereitet, durchsichtig, *und befinden sich in dem bekannten zähen Zustande des Schwefels,* was sich mit vieler Leichtigkeit nachweisen läfst, wenn man mit dem Finger über sie hinfährt, wodurch sie theils zusammengeballt, theils in

lange Fäden ausgezogen werden. Läfst man solche, mit frisch gebildeten Schwefelblumen bestreute Glasplatten an der Luft liegen, ohne sie zu berühren oder überhaupt zu erschüttern, so bleiben die Kugeln mehrere Tage lang unverändert, und da in den Kammern, wo man im Grofsen Schwefelblumen darstellt, nicht nur diese Bedingungen vollkommen erfüllt sind, sondern auch noch ein Mangel an Licht stattfindet, so sind diefs wahrscheinlich die Gründe, weshalb die Schwefelblumen bei ihrem allmäligen Erhärten ihre runde Form und glatte Oberfläche beibehalten. Diefs findet nämlich nicht statt, wenn die Glasplatten, worauf die zähen Kugeln sich befinden, erschüttert und dem Lichte ausgesetzt werden; es geht dann eine fortschreitende Veränderung vor sich, und man erhält, nach kürzerer oder längerer Dauer des Liegens, verschiedene Producte. Die ersten Folgen der Erschütterung sind ein Zusammenfliefsen nahe liegender Kugeln ohne weitere Veränderung; selbst nach einigen Tagen sind die Kugeln noch flüssig genug, um diese Erscheinung zu zeigen, und der, durch ein starkes Ausathmen während der Beobachtung durch das Mikroskop, hervorgebrachte Luftstrom reicht hin sie hervorzurufen. Die erste Veränderung ihrer Structur beginnt nun nach einer oder einigen Stunden, oder selbst in noch kürzerer Zeit, und besteht in einem Undurchsichtigwerden, welches gewöhnlich mit dem Verluste der glatten Oberfläche und der Kugelgestalt zugleich eintritt, und von dem ersten Schritte zur Annahme einer krystallinischen Structur herrührt. Die Kugeln breiten sich nämlich auf der Glasplatte aus, und es entstehen daraus mehr oder weniger regelmäfsige Halbkugeln, aus deren Oberfläche Enden von Krystallen als kleine Spitzen hervorragen. Allmälig nehmen diese Spitzen sowohl an Umfang als an Länge zu, und bilden nach einigen Tagen einen durchsichtigen Ring von kleinen Krystallen um den dunkeln, durch die krystallinische Structur der Oberfläche mar-

morirt erscheinenden Kern, welcher noch längere Zeit in seinem zähen Zustande zu verharren scheint; nicht selten auch sind dann aus ihnen feine, prismatische, blattartige Krystalle herausgewachsen, deren Länge oft das Doppelte des Durchmessers des Schwefelkornes beträgt. Nach 5 bis 6 Tagen sind schon viele dieser Körner ganz durchsichtig geworden, und bilden dann Gruppen von Krystallen; aus anderen sind einzelne, vollkommen ausgebildete Krystalle entstanden, und da gewöhnlich auch noch ganz unveränderte zähe Kugeln vorhanden sind, so bietet eine, anfangs mit kleinen Kugeln gleichförmig besäet gewesene Glasplatte nun alle Stufen der erfolgten Veränderungen dar.

Die Bildung der einzelnen Krystalle, deren Form unverkennbar das Rhombenoctaëder des Schwefels ist, kann man schon nach einigen Stunden dadurch hervorrufen, dafs man mit einer Nadelspitze Striche durch die auf einer Glasplatte befindlichen frisch gebildeten Kugeln zieht; es bleibt dabei gewöhnlich eine sehr dünne Schicht Schwefel auf der Fläche des Glases kleben, und die so gebildeten Strafsen erscheinen nach kurzer Zeit mit kleinen Krystallen besäet, deren Form man, trotz dem, das der Durchmesser ihrer Hauptaxe oft nur $\frac{1}{100}$ einer Linie beträgt, mit völliger Bestimmtheit erkennen kann. Gröfsere einzelne Krystalle bilden sich, wie es scheint, unmittelbar durch die allmälige Einwirkung des Lichts aus Kugeln, welche durch Zusammenfliefsen mehrerer kleiner gebildet worden sind; ich fand sie in allen Gröfsen bis zu $\frac{1}{25}$ Linie Durchmesser ihrer Hauptaxe.

Weit einfacher erscheint der Verlauf der Veränderungen, und weit schneller ist er vollendet, wenn man die mit frischen Schwefelblumen bestreuten Glasplatten mit Oel benetzt. Die Kugeln behalten dann ihre Form und Durchsichtigkeit, werden aber allmälig kleiner, und es bilden sich dafür an einzelnen Stellen grofse Krystalle, von denen ich einen in wenigen Stunden bis zu

$\frac{1}{8}$ Linie Durchmesser der Hauptaxe angewachsen fand. Viele derselben haben eine Menge secundärer Flächen (Abstumpfung und Zuspitzung der Endecken etc.), andere sind dendritenförmig an einander gereiht, und noch andere bilden dünne Blätter oft bis über $\frac{1}{2}$ Linie Länge. Läfst man die frischen Schwefelblumen auf Glasplatten fallen, welche vorher mit Oel bestrichen waren, so geht die Umwandlung der Kugeln in grofse Krystalle noch schneller und schöner vor sich, indem dann wahrscheinlich die Adhäsion des Schwefels am Glase nicht hindernd einwirken kann. Unstreitig spielt bei dieser merkwürdigen Umwandlung das Auflösungsvermögen des Oeles für den Schwefel eine wichtige Rolle; unbegreiflich bleibt es aber, warum das Oel gleichsam nur den Vermittler zur Krystallbildung spielt, und den eben aufgelösten Schwefel sogleich wieder absetzt.

Läfst man zähen Schwefel als Fäden in Oel fallen, so bleibt dieses so lange ohne Einwirkung, als jene ihren zähen Zustand behalten; sobald sie aber anfangen undurchsichtig zu werden, so bedeckt sich ihre Oberfläche gleichzeitig mit kleinen Krystallen, welche bei geringer Berührung sich ablösen und als vollkommen ausgebildete Individuen sich darstellen. Giefst man auf geschmolzenen Schwefel Oel und läfst ihn nun erkalten, so bilden sich in dem Oele ziemlich grofse Krystalle, die man sehr bequem mit blofsem Auge erkennen kann; sie entstehen aber nicht unmittelbar nach dem Erkalten, sondern erst nach einigen Stunden, und wahrscheinlich waren auch in diesem Falle keinesweges alle Krystalle auf einmal in dem Oele aufgelöst gewesen, sondern bildeten sich auf dieselbe Art, wie jene aus den Kugeln. Hatte das Oel, welches man zu diesem Versuche anwendete, vorher schon mit Schwefel in Berührung gestanden, so erfolgte die Bildung der Krystalle sehr viel schneller; es bildete sich in diesem Falle zuerst eine Menge langer, blattartiger Krystalle in dem Oele, wel-

che jedoch nach einiger Zeit entweder sich in eine zusammenhängende Masse kleiner, rhombenoctaëdrischer Krystalle mit Beibehaltung ihrer Form umwandelten, oder auch ganz verschwanden, indem sich an anderen Stellen eine Menge kleiner Rhombenoctaëder bildeten. Es scheint daraus einerseits hervorzugehen, dafs die blattartigen Krystalle der zweiten prismatischen Form des Schwefels angehörten, und andererseits scheinen diese Versuche zu beweisen, dafs das Oel die oben beschriebene Einwirkung auf den Schwefel nur dann äufsert, wenn der Schwefel krystallinische Structur anzunehmen im Begriff steht oder eben angenommen hat.

Legt man sehr feine, eben gebildete, durch Schmelzen erhaltene Schwefelkrystalle in Oel, so wird die Einwirkung desselben erst nach 10 bis 14 Tagen bemerkbar; es wandeln sich aber hierbei nur die Krystalle selbst in aneinandergereihte Krystalle der rhombenoctaëdrischen Form um, und man sieht keine Krystalle um sie herum in dem Oele entstehen. Waren die Krystalle durch Liegen an der Luft schon undurchsichtig geworden, ehe man sie in Oel legt, so bemerkt man auch nach langem Liegen keine andere Einwirkung, als dafs sich die Krystalle gleichsam mit einem Netze umgeben, als ob das Oel den einen Theil des Krystalles aufgelöst und ausgefressen, den andern dagegen unangetastet gelassen habe; die Theilchen, aus welchen dieses Netz besteht, sind aber so klein, dafs es unmöglich ist zu bestimmen, ob sie Krystalle sind oder nicht. An käuflichen Schwefelblumen sah ich, auch nach langem Liegen in Oel, keine Veränderung.

Um zu untersuchen, in welcher Form der Schwefel bei seiner Ausscheidung auf nassem Wege sich zeigt, wählte ich die Zersetzung des unterschweflichtsauren Natrons durch Säure, und fand, *dafs der Schwefel auch hierbei in seinem zähen Zustande ausgeschieden wird.* Er bildet, nach Verhältnifs der Concentration der Lösungen, gröfsere oder kleinere Kugeln, welche unter Was-

ser längere Zeit ihren zähen Zustand beibehalten, an der Luft und mit Oel aber ähnliche Erscheinungen geben, wie die frischen Schwefelblumen. Den bei anderen Zersetzungen abgeschiedenen Schwefel habe ich nicht untersucht, weil sie ja fast nur bei gleichzeitigem Vorhandenseyn von Schwefelwasserstoff erfolgen, und dann ein Wasserstoffgehalt Ursache eines weichen Aggregatzustandes seyn könnte [1]).

XI. *Untersuchung eines, nach einem Anfall von Magenkrampf gelassenen Harns;* *von Leopold Gmelin in Heidelberg.*

Der Harn war klar, in Masse braun wie Bier, in dünnen Schichten gelb.

Mit viel Salzsäure lieferte er ein klares, braunes Gemisch, mit viel Salpetersäure ein klares rothes Gemisch, ohne dafs der rothen Färbung eine grüne und violette vorangegangen wäre.

Wenig Salzsäure veranlafste Trübung und braunen Niederschlag. Dieser löste sich in wäfsrigem Kali zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit, welche mit wenig Salpetersäure einen violetten Niederschlag, mit mehr Salpetersäure eine schön rothe Lösung gab (ebenfalls ohne dafs eine grüne Färbung vorausgegangen wäre). Auch liefs jener braune Niederschlag, mit Salpetersäure abgedampft, einen schönen rothen Fleck von Purpursäure.

Wenig Salpetersäure verhielt sich gegen den Harn wie wenig Salzsäure, nur war die rothe Färbung des in Kali gelösten Niederschlages durch Salpetersäure weniger lebhaft.

Der Harn, 24 Stunden sich selbst überlassen, gab ein rosenrothes Sediment, blieb aber noch braun, und gab mit wenig Salzsäure denselben Niederschlag wie oben.

1) Vergl. Frankenheim, Annal. Bd. XXXIX S. 376. *P.*

Der Harn enthielt hienach Harnsäure, Purpursäure und verändertes Gallenbraun, welches demselben die braune Farbe ertheilte, und bei der Fällung durch wenig Säure mit der Harnsäure niederfiel. Der vorübergehende ikterische Zustand war wahrscheinlich durch einen consensuellen Krampf in den Abführungsgängen der Leber hervorgebracht worden. Die Veränderung, die das Gallenbraun auf seinem Wege durch das Blut in die Nieren (vielleicht mittelst der Respiration) erlitten hatte, war die Ursache, dafs der Harn mit Salpetersäure nicht erst eine grüne und violette, sondern sogleich eine rothe Farbe annahm, wie ich dieses auch schon bisweilen bei anderen ikterischen Harnen wahrzunehmen Gelegenheit hatte, während mancher vor der rothen Fällung die grüne deutlich zeigt.

XII. *Auflöslichkeit des Quecksilberoxyds in Wasser; von R. F. Marchand.*

Die Angabe einiger Chemiker, namentlich Donavan's, Guibourt's und Thomson's, dafs das Quecksilberoxyd in Wasser etwas auflöslich sey, wird von anderen, vorzüglich von Ure, bestritten. Man kann mit Gmelin vermuthen, die erstgenannten Gelehrten haben ein Oxyd angewandt, welches nicht ganz frei von salpetersaurem Salze gewesen sey, wodurch freilich eine theilweise Auflöslichkeit des Präparates bedingt werden mufs. Am leichtesten liefse sich die Frage hierüber durch Anwendung des Hydrargyrum rubrum praecipitatum per se entscheiden, unter welchem obsoleten Namen man bekanntlich das, durch Einwirkung der Wärme auf reines Quecksilber bereitete Oxyd versteht; doch wird dieses Präparat nicht mehr bereitet, und es ist sehr mühsam und langwierig, es sich selbst darzustellen.

Ich erhitzte deshalb ganz reines Quecksilberoxyd, welches ich mir zu diesem Behufe dargestellt hatte, unter beständigem Umrühren so stark, dafs ein grofser Theil desselben in metallisches Quecksilber und Sauerstoff zersetzt wurde, so dafs ich wohl annehmen konnte, alles anwesende salpetersaure Salz zersetzt zu haben.

Wurde das so behandelte Oxyd mit destillirtem Wasser gekocht, und die decantirte Flüssigkeit filtrirt, so wurde dieselbe durch Hydrothionammoniak sehr deutlich braun gefärbt. Diese Reaction verschwand nicht, nachdem dasselbe Oxyd wohl zwanzig Mal ausgekocht, und endlich noch mit kochender kaustischer Kalilauge behandelt und sorgfältig ausgewaschen worden war. Stets entstand mit Schwefelwasserstoffammoniak die braune, und durch Veilchensyrup die grüne Reaction, wovon auch die genannten englischen Chemiker sprechen. Von einer Auflösung des Quecksilbergases in Wasser, welche durch A. Wiggers kürzlich nachgewiesen ist, können diese Reactionen nicht herrühren, erstens schon, weil sie dann wohl anderer Art seyn müfsten, und dann weil die Quantität des Quecksilbers viel zu gering ist, um in dem Wasser entdeckt werden zu können, wie aus Wiggers's Versuchen hervorgeht [1]).

XIII. *Ueber die Bestimmung der Güte des Mostes; von G. Osann in Würzburg.*

Die Beantwortung der Frage; wie bestimmt man die Güte des Mostes? ist für Weingegenden von grofser Wichtigkeit. Sie hängt ab, theils von dem Zuckergehalt, theils von dem ätherischen Oel, welches dem Wein das Aroma giebt. Letzteres, welches sich erst bei der Gährung entwickelt, kann am Most nicht erkannt wer-

1) Annalen. Bd. XXXXI S. 440.

den. Ob Most einen Wein dieser Art gebe, läfst sich übrigens im Allgemeinen recht gut nach der Sorte der Trauben und nach der Lage beurtheilen. In letzterer Beziehung sind Bergweine durchaus den in Ebenen gewachsenen vorzuzuziehen. Was nun den Zuckergehalt betrifft, so genügt die Zunge nicht. Der Leute, welche im Stande sind durch den blofsen Geschmack die Güte des Mostes oder Weines zu beurtheilen, sind selbst in Weingegenden bei weitem weniger als man glauben sollte. Es ist daher wirklich ein Bedürfnifs, ein Verfahren auszumitteln, um mit Genauigkeit Bestimmungen dieser Art zu machen.

Seit einigen Jahren ist in hiesiger Gegend eine Mostwage in Gebrauch, welche, soviel ich weifs, aus dem Würtembergischen herübergekommen ist. Sie ist ein Aräometer von folgender Einrichtung. Nicht von Glas, sondern von dünnem Metallblech, ist die Form desselben ungefähr die eines gewöhnlichen Aräometers. Die Null der Scale fängt da an, wo das Stängelchen an der Kugel befestigt ist, es zeigt den Stand desselben an, wenn es sich in destillirtem Wasser befindet. Am Ende des Stängelchens ist eine Spitze, auf welche kleine Gewichte von Blech, welche in der Mitte eine Oeffnung haben, gesteckt werden können. Sie sind von verschiedener Schwere, und ihr Gewicht ist auf ihnen angegeben. Durch das Aufstecken wird das Aräometer heruntergedrückt, und zwar in einem solchen Verhältnifs, dafs die Stände den Procenten der Dichtigkeit entsprechen. Hinsichtlich der Güte wird angenommen, dafs sie in geradem Verhältnifs zur Dichtigkeit stehe. Wäre der Most eine blofse Auflösung von Zucker in Wasser, so würde das Princip der Beurtheilung richtig seyn, da diefs aber nicht der Fall ist, sondern noch andere Pflanzenstoffe darin enthalten sind, so sieht man ein, dafs der Stand des Instruments nicht das anzeigt, was man wissen will.

Ich habe ein anderes Verfahren in Vorschlag ge-

bracht, welches zwar nicht so leicht zu handhaben ist, dafür aber ein sicheres Resultat giebt. Man nehme gleich lange, ungefähr 1¼ Zoll lange Glasröhren, welche an einem Ende zugeblasen sind. Diese werden mit frisch gekeltertem Most oder Traubensaft, so wie man ihn nach der Lese in den Butten hat, angefüllt und in Schöppengläsern unter derselben Flüssigkeit umgekehrt. Man läfst nun diese gefüllten Röhren stehen, oder besser, man bringt sie an einen erwärmten Ort. Die Gährung wird hierauf beginnen, und die sich entwickelnde Kohlensäure die Flüssigkeit in den Röhren herunterdrücken. Da nun aber die Menge des sich entwickelnden kohlensauren Gases in geradem Verhältnifs zur Menge des darin enthaltenen Zuckers steht, so sieht man, wie aus dem Gasvolumen unmittelbar ein Schlufs auf die Menge des Zuckers, und hiermit auf die Güte des Mostes gemacht werden kann. Man kann zwar die Gährung beschleunigen, wenn man etwas Hefe zusetzt, man erhält dann aber zu viel Gas, da Hefe nur dann gährungsfähig ist, wenn sie noch etwas Zucker enthält.

XIV. *Ueber den Serpentin von Snarum in Norwegen; von Dr. Tamnau in Berlin.*

Die bekannten Serpentinkrystalle von Snarum bei Modum in Norwegen sind eine der interessantesten mineralogischen Erscheinungen. Schon seit einer Reihe von Jahren aufgefunden, befinden sie sich nicht nur in fast allen gröfseren Sammlungen, sondern wir besitzen auch einige vortreffliche Beschreibungen derselben, wovon ich hier nur die letzte und beste, von Hrn. Dr. Quenstedt (in dies. Annal. Bd. XXXVI, 1835, 3. Heft, S. 370 bis 375), anführen will. Ueber die mineralogischen Be-

schaffenheiten dieser Krystalle, über ihre Form, die an ihnen auftretenden secundären Flächen, so wie über ihre Winkelabmessungen bleibt mir mithin hier wenig oder gar nichts hinzuzufügen übrig.

Man ist gegenwärtig ziemlich allgemein der Meinung, dafs dieser Serpentin durch eine Umwandlung des Chrysolits oder Olivin entstanden sey, und dafs man die Krystalle desselben nicht als ächte Krystalle, sondern als Pseudomorphosen zu betrachten habe, — eine Ansicht, die, so viel ich weifs, zuerst von Quenstedt, a. a. O., nach der allerdings sehr grofsen Aehnlichkeit des Total-Habitus der Krystalle mit denen des Chrysoliths, aufgestellt, und später von Glocker (Min. Jahresb. 1835, 5. Heft, S. 168 bis 170) als ziemlich erwiesen angenommen wurde. Wenn ich es hier wage gegen solche Autoritäten eine andere Meinung aufzustellen, wenn ich mir die Behauptung erlaube, dafs diese Krystalle keineswegs Afterkrystalle des Chrysoliths, sondern im Gegentheil, dafs sie ächte, wenn auch nur in Umwandlung begriffene Serpentin-Krystalle sind, so wird man im Voraus annehmen können, dafs die Gründe, die mich dazu bestimmen, mir wichtig und entscheidend erscheinen. — Allein ich bin zwei Mal an Ort und Stelle gewesen, meine Sammlung enthält vielleicht die reichste und ausgezeichnetste Reihe nicht nur der Krystalle, sondern auch der derben Varietäten dieses Minerals, und so glaube ich allerdings meine Ansicht über dasselbe darlegen zu dürfen.

Dafs die in Rede stehenden Krystalle sich in einem Zustande der halben Auflösung und Verwitterung befinden, wird Niemand läugnen; — allein es scheinen mir keineswegs verwitterte Chrysolithe, sondern halb verwitterte Serpentin-Krystalle zu seyn.

Dafs die Masse, aus der die Krystalle bestehen, vollkommen identisch ist mit dem derben Gestein, aus dem sie hervortreten, dafs also dieselbe Umwandlung, die für die Krystalle anzunehmen ist, auch für die derbe

Masse angenommen werden mufs, das hat bereits Quenstedt a. a. O. nachgewiesen, und ich stimme vollkommen darin mit ihm überein. — Nun zu den Gründen, die mich veranlassen die Umwandlung aus Chrysolith in Zweifel ziehen.

Betrachten wir zuvörderst die geognostischen Verhältnisse. — Man denke sich mitten im Gneus, mitten im Urgebirge, weit entfernt von jeder plutonischen oder gar vulkanischen Erhebung ein grofses mächtiges Lager von Serpentin, vielleicht hundert Fufs hoch und wohl noch breiter. Ist es wahrscheinlich, ist es nach allen bisher über das Vorkommen des Olivin bekannten Thatsachen denkbar, dafs dieses Lager aus Olivin bestehe oder bestanden habe? Ein Mineral, das uns bisher immer nur als Auswürfling von Vulcanen oder als Einschlufs ächt plutonischer Massen bekannt geworden ist, — ein Mineral, das wir bisher immer nur in der Nachbarschaft vulkanischer Gesteine gefunden haben, soll sich hier auf einmal unter ganz entgegengesetzten Verhältnissen, und in einer so ungeheuren Quantität vorfinden, wie man es bisher nie angetroffen hat? — Ist eine solche Annahme nicht mindestens höchst gewagt?

Der Serpentin macht bei weitem den gröfsten Theil des Lagers aus, doch enthält es auch verschiedene andere Mineralien, die theils in jenem liegen, theils an den Gränzen desselben auftreten. Zu den ersteren gehören Glimmer, Titaneisen etc., — mitunter in sehr niedlichen Formen, die sich dem Ilmenit des Urals zu nähern scheinen, — Talk und ein asbestartiges Fossil. Zu den letzteren gehört ganz besonders Bitterspath, der an den Gränzen des Serpentin zuweilen in nicht geringer Menge erscheint, theils rein ausgeschieden, theils mit einzelnen Serpentinstücken zu einer ganz porphyrartigen Masse vermengt. — Das Vorkommen von Titaneisen, und wohl noch mehr der Wunsch dieses interessante Lager weiter sichtbar zu machen, haben den Hrn. Bergmeister Böbert ver-

veranlafst einen Schürf auf Eisenerz anlegen zu lassen, wodurch das Lager so aufgeschlossen worden ist, dafs man es ganz übersieht.

In der Mitte des Lagers ist der Serpentin vollkommen frisch, von schöner grüner Farbe, stark durchscheinend, im Bruch splittrig; mitunter habe ich geglaubt, ihn für blättrig halten zu können. Mit einem Wort, es ist der reinste, wenn ich mich so ausdrücken darf, der edelste Serpentin, der mir vorgekommen ist, und dem nur einige Varietäten aus Nordamerika gleichkommen. Nirgends aber findet sich in diesem frischesten Zustande eine Aehnlichkeit mit Olivin und Chrysolith, die doch da am auffallendsten seyn müfste, wo die Verwitterung am wenigsten vorgeschritten ist. Das Serpentinlager reicht bis zu Tage aus, und man kann von der Mitte des Lagers aus bis zur Dammerde eine stufenweise Zunahme der Veränderung bemerken. Die grüne Farbe verändert sich, und macht einer vollkommen gelben und graulichgelben Platz; der Glanz verliert sich, das Mineral wird matt und todt, sowohl auf der Oberfläche, als auf dem frischen Bruch; die Durchscheinenheit hört gänzlich auf, und das Fossil wird vollkommen undurchsichtig. Alle diese Veränderungen, hervorgebracht durch die Nähe der Luft und durch das Eindringen der Feuchtigkeit, beziehen sich nicht nur auf den Serpentin, sondern auf alle beibrechenden Fossilien, besonders auf den Talk, Asbest und Bitterspath, und man kann sie, wie oben bemerkt, sichtlich von Stufe zu Stufe verfolgen.

Die bekannten Krystalle finden sich nur an der äufseren Gränze des Lagers dicht unter der Dammerde, und hier theils lose, theils in dem Serpentin selbst eingewachsen. Der Grund, warum man in der Tiefe des Lagers niemals oder doch nur in höchst seltenen Fällen Krystalle findet, scheint mir darin zu liegen, dafs die Materie dort nicht Raum fand, um auszukrystallisiren. Wie nun aber die ganze Serpentinmasse in den oberen

Theilen des Lagers verwittert ist, so sind es auch ganz besonders die Krystalle, ja ich habe einige Fälle bemerkt, wo die Verwitterung so weit vorgeschritten war, dafs die Krystalle bei der Berührung zerfielen. In den gröfseren Tiefen sieht man viele Spuren von sehr grofsen, aber höchst undeutlich ausgebildeten Krystallen, besonders da, wo sich viel Titaneisen in dem Serpentin findet. Diese undeutlichen Krystalle sind oft einen bis anderthalb Fufs lang bei verhältnifsmäfsiger Dicke. — Die schönen deutlichen Krystalle aus den obersten Schichten finden sich gegenwärtig höchst selten, wenigstens gelang es mir bei meiner letzten Anwesenheit nur äufserst wenige und unbedeutende Stücke zu finden, während ich bei einem früheren Besuch eine reiche Ausbeute davon machte.

Es bleibt mir nach allem diesem noch übrig die Gründe aufzuführen, auf die man die Meinung für eine Umwandlung aus Olivin gestützt hat, und deren Widerlegung zu versuchen.

Zuvörderst die Aehnlichkeit der Krystalle sowohl im Total-Habitus, als in den Abmessungen mit denen des Chrysoliths. Die allgemeine Aehnlichkeit ist gewifs nicht zu läugnen; allein reicht sie wohl hin zu der gewagten Annahme jener Umwandlung? Wir haben doch so manche Beispiele in der Mineralogie von dergleichen Aehnlichkeiten, wo von einer Umwandlung gar nicht die Rede seyn kann. — Dazu mufs man doch auch den Unterschied der Gröfse mit in Anschlag bringen; Chrysolith-Krystalle sind bisher immer nur von einem unbedeutenden Umfange bekannt geworden, und in diesem Serpentin finden sich einzelne, wenn auch unvollkommene Krystalle von ein bis anderthalb Fufs Länge. — Ganz dasselbe gilt von der Aehnlichkeit der Abmessungen beider Mineralien, — ich sage Aehnlichkeit, denn es wird doch Niemand im Ernst behaupten wollen, dafs diese verwitterten, glanzlosen, ich möchte sagen todten Krystalle sich mit einer Sicherheit von einem oder zwei

Graden messen lassen. Und von solchen ähnlichen Abmessungen haben wir ja vielfache Beispiele in der Mineralogie.

Einen besonderen Grund für seine Meinung findet Dr. Quenstedt in einem grofsen Krystall dieses Minerals, der sich in der Königlichen Sammlung in Berlin befindet, und dessen Aeufseres aus Serpentin, dessen innerer Kern aber aus noch unzersetztem Olivin bestehen soll. Ich habe dieses Stück vielfach und genau gesehen, und es bietet allerdings eine merkwürdige Erscheinung dar. Während die Masse der Rinde von dunkelgrüner Farbe ist, wird sie gegen die Mitte des Stückes mehr gelb, zeigt gröfseren Glanz und einen gröfseren Grad der Durchscheinenheit; — eine Erscheinung, die um so auffallender ist, da an allen übrigen Krystallen und an dem ganzen Lager offenbar umgekehrt der Serpentin um so frischer ist, je grüner sich die Farbe zeigt, während er um so mehr verwittert ist, je mehr er von gelber Farbe erscheint. Die ganz aufgelösten, leicht zerfallenden Parthien dieses Serpentins sind von hochgelber Farbe.

Allein, dafs der mittlere Kern des Berliner Krystalls Olivin sey, ist durchaus nicht bewiesen. Eine Untersuchung ist damit nicht vorgenommen worden, und die äufsere Erscheinung scheint mir nicht einmal eine sehr auffallende Aehnlichkeit mit Olivin zu haben. Ich möchte viel eher glauben, dafs durch irgend einen Umstand bei der Bildung dieses Krystalls eine ungewöhnlich reine Ausscheidung des Serpentins stattgefunden hat, und dafs der Kern, so wie die Rinde wirklich nichts anderes ist als Serpentin. — Ueberdiefs wäre es ganz unbegreiflich, warum bei diesem einen Krystall die Umwandlung nur einige Linien weit stattgefunden und den Kern unberührt gelassen haben sollte, während alle übrigen, zum Theil noch weit gröfseren Krystalle, ja die grofsen derben Massen des ganzen Lagers selbst, so vollkommen umge-

wandelt wären, dafs man auch nicht eine Spur von ihrem früheren Zustande wahrnehmen kann.

Wie dem nun auch sey und zu welcher Entscheidung dieses Gegenstandes spätere Beobachtungen uns auch führen werden, so ist so viel gewifs, dafs die Pseudomorphosen, diese Umwandlungen der anorganischen Substanzen eine der wichtigsten und interessantesten Erscheinungen und Thatsachen sind, die die Mineralogie aufzuweisen hat, — und es wäre in der That zu wünschen, dafs einer der Meister der Wissenschaft eine Zusammenstellung von allen Beobachtungen gäbe, die bisher in dieser Beziehung gemacht sind, und von den Schlufsfolgen, die man aus denselben ziehen kann.

XV. *Beschreibung des Brochantit*; *von Gustav Rose.*

(Entnommen aus dessen »Reise nach dem Ural u. s. w.,« Bd. I S. 267.)

Auf der Kupfergrube Gumeschewskoj, 56 Werst südsüdwestlich von Katharinenburg, findet sich der Brochantit krystallisirt und derb, doch, wie es scheint, nur sehr selten. Die Krystalle sind klein, 1 bis 2 Linien lang, und auf den derben Parthien, welche aus körnigen Zusammensetzungsstücken bestehen, aufgewachsen. Die Krystalle sind 1 und 1axig, und von der auf Taf. IV Fig. 7 abgebildeten Gestalt. Die Neigung von:

$g : g$	ist	104°	10′	$g : \frac{g}{2}$	ist	160°	37′
$\frac{g}{2} : \frac{g}{2}$	-	75	23	$f : f$	-	151	52
$g : b$	-	127	55	$f : b$	-	104	4
$\frac{g}{2} : b$	-	147	18.				

Die stumpfen Winkel der Prismen g und $\frac{g}{2}$ und die Neigung von f gegen b sind daher nicht viel von einander verschieden. Die Flächen $\frac{g}{2}$ sind immer nur klein und fehlen auch wohl ganz. Sie sind, wie auch die Flächen g und b, immer vertical gestreift, g und $\frac{g}{2}$ meistens ziemlich stark, b nur schwach; doch kommen auch zuweilen die Flächen g und $\frac{g}{2}$ nur so schwach gestreift vor, dafs sie noch ziemlich scharfe Bilder reflectiren. Die Flächen f sind etwas gewölbt. Die gegebenen Winkel sind daher nicht für ganz genau anzusehen.

Nach den Flächen b sind die Krystalle sehr vollkommen spaltbar; die Spaltungsflächen in dieser Richtung sind vollkommen glatt und glänzend; nach den Flächen g finden sich nur Spuren von Spaltbarkeit.

Die Krystalle sind smaragdgrün, stark glänzend, von Glasglanz, nur auf den Spaltungsflächen von Perlmutterglanz. — Die Härte ist über der des Kalkspaths. Das spec. Gewicht ist, nach einer von mir angestellten Wägung, 3,9069 (Temperatur des Wassers 16°,5). In der chemischen Zusammensetzung stimmt, nach vorläufigen Versuchen der Brochantit vom Gumeschewskoi mit dem von Retzbanya überein [1]).

1) Der Brochantit ist von Lévy entdeckt worden, aber seine Beschreibung (*Ann. of Philosoph.* 1824, *T. VIII p.* 241) weicht in manchen Stücken von der meinigen ab, wiewohl er Stücke von demselben Fundort (angeblich Katharinenburg) untersucht zu haben scheint. Nach ihm ist der Winkel $g : g = 107°$ und $f : f = 150° 30'$, und die Spaltbarkeit nur sehr unvollkommen parallel einem horizontalen Prisma, das eine auf die stumpfen Seitenkanten aufgesetzte Zuschärfung bilden würde. Die Abweichungen in den Winkeln mögen sich dadurch erklären, dafs Lévy noch unvollkommnere Krystalle als ich gemessen hat; aber auffallender ist es, wie Lévy die Spaltbarkeit nach der Fläche b übersehen konnte, die doch sehr vollkommen ist. Ich habe je-

XVI. *Ueber ein am südlichen Rande der Lüneburger Haide entdecktes, mehr als 28 Fuſs mächtiges Infusorien-Lager;*
von C. G. Ehrenberg.

(Aus den Berichten der K. Preuſs. Academie.)

Nach zwei Schreiben des Hrn. Hofraths Hausmann in Göttingen an Hrn. E. sind im Hannöverschen Amte Ebsdorf, am Rande der Lüneburger Haide, bei Untersuchung des Untergrundes, durch Bohrversuche, von Seiten des landwirthschaftlichen Provincial-Vereins für das Fürstenthum Lüneburg, auffallend groſse Lager von mehlartiger Erde entdeckt worden, welche der Präsident des Vereins, Hr. Oberst v. Hammerstein, in Proben an Hrn. Hofrath Hausmann gesandt hat. Diese mehlartigen Massen liegen an sechs verschiedenen Stellen unter dem nur 1½ Fuſs tiefen Haideboden, und scheiden sich in zwei Schichten von verschiedener Farbe. Eine obere, 10 bis 18 Fuſs mächtige Schicht ist von sehr weiſser Farbe, und ist, nach einer von Hrn. Dr. Wiggers im Laboratorium der Göttinger Universität vorgenommenen Prüfung, als *reine Kieselerde* erkannt. Eine andere, mehr bräunlich-graue Schicht liegt unter der weiſsen, und ist bis jetzt als wenigstens auch 10 Fuſs mächtig erkannt, indem man sie bei 10 Fuſs noch nicht durchsunken hatte. Diese letztere Masse bestand, der chemischen Untersuchung zufolge, ebenfalls aus Kieselerde mit einem geringen Gehalte einer bituminösen Substanz, die durch Be-

doch meine Angaben auch bei den Krystallen von Retzbanya bestätigt gefunden, deren chemische Zusammensetzung Magnus (Pogg. Ann. Bd. XIV S. 145) untersucht hat, und von welcher Varietät sich Stücke in der Königl. Mineraliensammlung von Berlin befinden.

handlung im Feuer sogleich verschwand, indem die Erde sich weifs brannte.

Die chemische Natur und der eigenthümliche Aggregatzustand dieser Erden erweckten in Hrn. Hofr. Hausmann die Vermuthung, dafs sie aus Resten organischer Wesen bestehen möchten, und ihre Betrachtung unter dem Mikroskope schien diese Vermuthung zu bestätigen. Hr. E. wurde daher von ihm mit dem Auftrage erfreut, die mikroskopischen Verhältnisse beider Erden möglichst zu ermitteln, zu welchem Behufe Proben beigefügt waren.

Die Resultate der mikroskopischen Untersuchung, welche Hr. E. der Academie über jene sehr interessanten Ablagerungsverhältnisse am Rande der Lüneburger Haide mitzutheilen sich angeregt fühlt, sind folgende:

Beide Erden sind in ihrer mikrospischen Mischung sich sehr ähnlich, und *enthalten* nicht blofs Infusorienschalen, sondern *bestehen* daraus. Es haben sich bis jetzt sechszehn verschiedene organische Körper als besondere Bestandtheile derselben unterscheiden lassen. Davon sind vierzehn Kieselpanzer von eben so viel Infusorienarten.

Die weifse, obere, bis 18 Fufs mächtige Lage besteht, ohne alle andere fremdartige Beimischung, als einzelne seltene Quarzsandkörnchen, aus sehr wohl erhaltenen reinen Infusorienschalen, etwa in der Art wie das Bergmehl von Santafiora, nur reiner. Er zählte bis jetzt zwölf verschiedene Arten. Die Hauptmasse bilden 1) *Synedra Ulna* und 2) *Gallionella aurichalcea*. Aufserdem finden sich darin 3) *Gomphonema clavatum* und 4) *G. capitatum*, 5) *Cocconema cymbiforme* und 6) *C. Cistula*, 7) *Navicula inaequalis*, 8) *N. viridula*, 9) *N. striatula*, 10) *N. gibba*, 11) *Eunotia Westermanni*, 12) *E. Zebra*.

Die graue untere Masse, von mehr als 10 Fufs Mächtigkeit, besteht aus all denselben Formen, nur sind sie weniger gut erhalten, mehr zerbrochen, und es finden

sich dazwischen zwei Infusorienarten überdiefs, welche der oberen Lage zu fehlen scheinen, nämlich *Gallionella varians* und *Cocconeïs Clypeus*. Ganz besonders merkwürdig aber ist eine Beimischung pflanzlicher Stoffe und Formen. Es finden sich nämlich in der unteren Masse (der Probe) man kann wohl sagen $\frac{1}{10}$ des Volumens (!) an Pollen von Fichten, d. h. irgend einer Pinusart, und es liefsen sich auch Kieselnadeln von Spongillen erkennen.

Beide Resultate stimmen mit den Resultaten der chemischen Analyse des Herrn Dr. Wiggers ganz wohl überein, und es wäre nur vorläufig noch zu bemerken, dafs von den vierzehn Infusorienarten der beiden Erden sämmtliche zwölf der oberen Schicht noch bei Berlin lebende Formen zu seyn scheinen, auch die *Gallionella varians*, welche in dieser gröfseren Form besonders im Polirschiefer von Jastraba und Cassel vorgekommen, lebt bei Berlin. Die *Cocconeïs Clypeus* der unteren Lage findet sich auch mit *Navicula viridis* im Kieselguhr von Franzensbad.

Fichtenpollen fand Hr. E. zuerst im Bergmehl von Degernfors in Schweden, dann auch in dem Kieselguhr von Kymmene Gård in Finnland, neuerlich auch in dem von Franzensbad, überall aber in geringer Menge.

Möge diese, die Phantasie lebhaft beschäftigende Seite der Lüneburger Haide zu thätiger fernerer Untersuchung anregen.

XVII. *Beobachtungen über das Sinken der schwedischen Küste an gewissen Orten.*

(Aus Berzelius's Jahresbericht, No. 18, S. 386 d. O.)

Seitdem man es glaublich gefunden, dafs sich der Erdball einmal im geschmolzenem Zustande befand, und dafs

das Urgebirge nur die durch Erkaltung erstarrte äufsere Kruste desselben ist, mufste man folgern, dafs bei dieser fortschreitenden Erkaltung der Durchmesser der Erde eine zwar geringe, aber gleichmäfsig fortdauernde Verkürzung erleide, und die Kruste desselben also sich runzele, d. h. an gewissen Stellen sich hebe, an anderen sich senke. Auf diese Weise ist die Erscheinung des langsamen Hebens der schwedischen Küste [1]), welches lange unbegreiflich war, eine Sache der Nothwendigkeit, und man hat angefangen, die Niveauveränderungen am Festlande und an den Inseln, welche, falls die plutonische Ansicht richtig ist, sich als ein allgemeines Phänomen erweisen mufs, mehr als zuvor mit Aufmerksamkeit zu verfolgen. Inzwischen ist erforderlich, dafs gegen eine Stelle, die sich hebt, eine andere im Sinken begriffene gefunden werde. Wir wissen, dafs die Hebung von Schweden gegen Süden abnimmt, und dafs die Gegend von *Sölvitsborg*, an der nördlichen Gränze von Schonen, ihr Niveau unverändert beibehält. Dagegen hat man auf der anderen Seite der Ostsee, besonders an der flachen Küste von Samland, bemerkt, dafs das Meer allmälig in das Land eindringt. Bisher scheinen keine Beobachtungen gezeigt zu haben, dafs das Sinken schon an der skandinavischen Seite beginne; allein neuerlich hat Nilson beobachtet, dafs dem wirklich so sey. Ich werde daher aus einem Schreiben dieses eifrigen Naturforschers an die Academie einen Auszug mittheilen.

»Ich glaube, sagt derselbe, unumstöfsliche Beweise für den geologischen Satz gefunden zu haben, dafs die südlichste Spitze von Schweden *sich senkt*, während der übrige Theil des Landes *sich hebt*. Ich weifs nicht, ob Jemand diese Meinung schon ausgesprochen habe. Längs der Süd- und Südostküste von Schonen findet sich ein mehr oder weniger hoher Wall, welcher theils aus Sand, theils aus Grand und Feuersteinbrocken be-

1) Annalen, Bd. II S. 308 und Bd. XXXVIII S. 64.

steht. Dieser Wall ist zuweilen niedrig, fast unmerklich, zuweilen aber aufgetrieben zu einer Höhe von 30, 50 und 100 Fuſs und darüber, bei einer der Höhe entsprechenden Breite. Er heiſst an der südlichsten Küste der *Göraback*. Man kann ihn verfolgen von *Falsterbo* neben *Ystad* bis *Cimbritshamn*. Innerhalb dieses Walls findet sich an ihm entlang eine Fortsetzung von Sümpfen und Torfmooren. Dieser Wall muſs durch eine gewaltsame Bewegung des Ostseewassers gebildet und aufgeworfen seyn. Ich hielt es für interessant zu ermitteln, ob dieſs *vor* oder *nach* der Bevölkerung des Landes geschehen sey. Westlich von Trelleborg bedeckt der Göraback ein Torfmoor. An vielen Stellen hat man den Wall durchgraben, um zu dem Torf zu gelangen. Ich suchte von älteren und jüngeren Personen, die mit der Torfgräberei beschäftigt waren, zu erfragen, ob steinerne Aexte, Pfeile u. dergl., die man zuweilen in anderen Torfmooren angetroffen hat, auch im Moore unter dem Göraback gefunden seyen; allein alle stimmten darin überein, daſs sie unter demselben nichts dergleichen wahrgenommen, wohl aber in denjenigen Theilen des Moors, welche innerhalb desselben liegen. Dagegen hat man auf dem Göraback selbst, auf dessen höchsten Stellen, anderthalb Fuſs unter der Erdoberfläche, thönerne Urnen gefunden, von denen ich zwei erhielt, und welche, nach anderen ähnlichen, zusammen mit steinernen Aexten u. s. w. gefundenen zu urtheilen, mit letzteren von gleichem Alter sind. Hieraus kann man schlieſsen, daſs die auf dem genannten Walle befindlichen Grabhügel von den ältesten Bewohnern herrühren, und daſs, wie mir ganz wahrscheinlich scheint, der Göraback vor der Bevölkerung des Landes aufgeworfen worden ist.

Das Steinpflaster in dem alten Marktflecken *Trelleborg* liegt gegenwärtig so niedrig, daſs es bei hohem Wasser überschwemmt wird. Deſsungeachtet hat man

beim Graben an mehren Stellen im Marktflecken drei Fufs unter der jetzigen Oberfläche ein anderes Steinpflaster angetroffen. Diefs alte Pflaster liegt gegenwärtig in oder vielleicht etwas unter dem mittleren Spiegel der Ostsee. Dasselbe ist der Fall mit dem Torfmoor unter dem Göraback, und der aus Thon bestehende Boden des Moors liegt noch zwei bis drei Ellen darunter. Allein das Moor ist offenbar in süfsem Wasser gebildet, denn es enthält Stämme, Zweige, Früchte und Blätter von Eichen, Buchen, Erlen, Birken, Haselstauden und anderen in Schonen wildwachsenden Bäumen und Sträuchern. Hätte sein Niveau zur Zeit seiner Bildung so niedrig gelegen wie jetzt, so würden Tang und andere Meerespflanzen hineingespült und darin aufbewahrt worden seyn. Ueberdiefs finden sich auch Süfswasserschnecken in dem Torfmoor, z. B. Lymnaea, Paludina, Cyclas u. s. w.

Vor der Küste, in der Ostsee selbst, 50 bis 100 Ellen vom Strande und 2 Fufs tief unter der Oberfläche des Wassers, findet sich ein Bett von Torf, das dem eben erwähnten gleich ist. Nach der von mir darüber angestellten Untersuchung enthält es alle zuvorgenannten Land- und Süfswasserpflanzen; es ist daher ohne alle Widerrede im süfsen Wasser und über dem Spiegel des Meeres gebildet; jetzt liegt es aber darunter. Es ist 4 bis 6 Fufs tief und ruht auf blauem Thon. Diese Thatsachen scheinen mir zu beweisen, dafs die Südspitze von Schonen gesunken ist.«

Dafs diefs nicht plötzlich, sondern allmälig geschah, und noch geschieht, hat Nilson durch die Bemerkung wahrscheinlich zu machen gesucht, dafs der Abstand des »*Stafsten*« vom nächsten Strande, durch Messungen i. J. 1836, um 380 Fufs kleiner gefunden wurde, als Linné ihn, 87 Jahre früher, in seiner schonischen Reise angiebt. Diefs kann unmöglich von einem Versehen in der

Messung herrühren, selbst wenn man annehmen wollte, dafs die frühere Messung nicht mit grofser Genauigkeit ausgeführt worden sey.

XVIII. *Ueber einige innerhalb geschichtlicher Zeit stattgefundene Niveau-Veränderungen in Dänemark; von G. Forchhammer.*

(Aus einem Briefe an Hrn. Lyell in den Verhandlungen der Geologischen Gesellschaft in London. — *Phil. Mag. Ser. III Vol.* 11 *p.* 309.)

Der Verfasser erwähnt zunächst der Beobachtungen von Hrn. Lyell und Hrn. Nilson über die ungleichen Hebungen von Schweden und das Sinken von Schonen. Zum Beweise, dafs solche Hebungen nicht nur in einem verschiedenen Verhältnisse stattfinden, sondern auch Bewegungen in entgegengesetzter Richtung vor sich gehen, führt er ähnliche Erscheinungen an: die Inseln Saltholm und Bornholm, so wie die dänische Küste am Sunde. Die Insel Saltholm, Kopenhagen gegenüber und kaum fünf Fufs über dem Niveau des Sundes erhaben, mufs, da sie schon seit dem 13. Jahrhundert als eine Quelle des Einkommens für das Stift Roeskilde genannt wird, langsamer gehoben worden seyn als Bornholm, welches einen Fufs in einem Jahrhundert steigt; denn wenn sie jetzt nur zwei Fufs sänke, würde ein sehr kleiner Theil der Insel übrig bleiben.

An der dänischen Küste des Sundes, sechs Meilen (*Miles*) nördlich von Kopenhagen, findet sich jedoch ein wohl charakterisirter Strand sechs Fufs über dem Meeresspiegel; daraus schliefst der Verfasser, dafs die Niveau-Veränderungen an der dänischen Küste in einem anderen Verhältnifs als an der schwedischen vor sich gehen müssen, und er schreibt diefs den schwachen Erd-

beben zu, die in Schweden so oft, in Dänemark aber niemals verspürt worden sind.

Bezüglich auf Bornholm bemerkt der Verfasser, dafs daselbst die ganze Ostküste aus granitischem Gestein besteht, welches steil aus dem Meere steigt und bis zur Höhe von 250 Fufs mit einem fetten Lehm bedeckt ist, der zahlreiche Bruchstücke von Schiefern und Kalksteinen der Uebergangsformation enthält, von denen die letzteren sichtlich auf die Insel Gothland hinweisen. Aus diesen Thatsachen, aus der Abwesenheit der in der Geschiebe-Formation von Dänemark so häufigen plutonischen Felsarten und aus der Abwesenheit dieses fetten Lehms an der Westseite des Granitrückens schliefst er, dafs jene Erscheinung das Resultat einer heftigen Ueberschwemmung der Ostsee aus Nordosten sey. Die Wirkungen davon sind sichtbar sowohl in der Gestalt der dänischen Küsten als auch in den Ablagerungen von Sand, welche einen grofsen Theil von Dänemark bedecken, welche aber von den östlicheren Betten der Geschiebe-Formation offenbar fortgeschwemmt sind.

In einer Höhe von 40 Fufs ist zu Bornholm der erste Strand zu beobachten. Ueberall, wo durch das Zurückweichen der Granitberge von der Küste kleine Buchten gebildet sind, findet man sie verstopft durch Granitgeröll des Strandes, und dadurch sind kleine Lachen gebildet und von dem Meer abgetrennt. Im Laufe der Zeit wurden dieselben durch Torf ausgefüllt. Diese Torfmoore sind geschieden von dem Meer durch einen Strand von geringer Breite und zehn Fufs Höhe, welcher sich unter einem Winkel von 15° verflächt und an eine horizontale, 160 Fufs breite Fläche gränzt, die ganz aus Gerölle besteht. Jenseits dieser ist eine zweite Ebene, 100 Fufs breit, die gegen das Meer unter einem Winkel von 9° bis 10° abfällt, und auf diese folgt der gegenwärtige Strand, mit einer Abdachung von 12° bis 13°. Die Geschiebe sind alle von ähnlicher Gröfse

und bestehen aus demselben Granit wie der anstehende Fels.

Hierauf erwähnt der Verfasser, dafs auf dem geneigten Strand Gräber vorkommen, die nur durch einen Ring von Steinen bezeichnet sind, und dafs es, nach dem Zeugnisse von Alterthumsforschern, um's Jahr 900 Sitte war, Christen am Ufer, wo Land und See sich scheiden, zu begraben; dadurch hat man einen rohen Anhalt zur Berechnung der Zeit der Bildung dieses Strandes. Die fortdauernde, obgleich sehr langsame Hebung der Insel, wie sie sich aus dem geneigten Strande ergiebt, würde sonach einen Fufs in einem Jahrhundert betragen, und der Anfang der regelmäfsigen Hebung der Insel würde ungefähr 1600 Jahre zurück zu versetzen seyn. Vor diesem Zeitpunkt mufs eine lange und vollkommene Ruhe geherrscht haben, während welcher Zeit sich der Strand bildete. Gesetzt das Steigen der Insel und der seitliche Anwuchs des geneigten Strandes wären ganz regelmäfsig geschehen, und die Seitenausdehnung des horizontalen Strandes wäre ebenfalls gleichförmig erfolgt, so würde zu dieser Bildung eine Zeit von 2500 Jahren erforderlich gewesen seyn. Diefs würde die plötzliche Erhebung der Insel um 10 Fufs, welche durch den schmalen und steilen Strand angedeutet ist, und, nach der Meinung des Verfassers, durch ein grofses Erdbeben veranlafst wurde, 4000 Jahre vor der jetzigen Zeit zurückführen.

Der Verfasser berichtet auch, dafs in ganz Dänemark, Schleswig und Holstein Muscheln aus der Nordsee von jetziger Zeit gefunden werden, zuweilen in bedeutender Höhe über dem Meeresspiegel. So findet sich nicht weit von Bornhöft in Holstein, in einer Höhe über 150 Fufs, ein Bett von Fossilien und Geschieben, worunter *Cardium edule*, *Littorina littorea*, *Buccinum undatum*, *Ostrea edulis*, letztere zwar etwas kleiner als die jetzt an der Küste lebende, aber übereinstimmend mit jener, welche fossil in erhobenen Betten von neueren Seemuscheln in England gefunden wird. Versinkungen müssen auch stattgehabt haben, da zwischen der Insel Römöe und den Küsten von Schleswig ein untermeerischer Wald (angeblich von Tannen) neun Fufs unter der gegenwärtigen Hochwassermarke angetroffen wird.

Endlich lenkt der Verfasser noch die Aufmerksamkeit der Geologen auf eine Ueberschwemmung der In-

seln an der Schleswig'schen Küste von ungefähr 60 Fuſs über dem gegenwärtigen Stand des Hochwassers. Sie scheint, seit Menschen daselbst wohnen, eingetreten zu seyn, dá Gräber, zum Theil durch die Fluth zerstört, daselbst angetroffen werden.

XIX. *Ueber den mittleren Luftdruck am Meeresspiegel.*

Vor einiger Zeit hatte ich Gelegenheit, die Nothwendigkeit der Schwere-Correction beim Vergleich von Barometerständen aus verschiedenen Breiten in Erinnerung zu bringen. Ich glaubte damals, die angeführten Gründe würden mehr als hinreichend seyn, diese Nothwendigkeit einleuchtend zu machen. Dem ist aber nicht so; noch ganz neuerlich hat man sie wieder in Zweifel gezogen [1]). Sey es mir daher erlaubt, hier nochmals auf den Gegenstand zurückzukommen.

Die specielle Aufgabe, welche zu der früheren Erörterung Anlaſs gab, war die, den mittleren Luftdruck am Meeresspiegel unter verschiedenen Breiten mit dem unter einer bestimmten Breite zu vergleichen; allein der Hauptpunkt, auf den es hiebei ankommt, ist von dieser Aufgabe ganz unabhängig. Es handelt sich nämlich eigentlich nur darum, die Angaben des Barometers richtig auszulegen. Wir messen die *Länge* der Quecksilbersäule, und schlieſsen daraus auf ihren *Druck;* wir setzen dabei die Länge dieser Säule ihrem Druck *proportional,* und um dieses mit Recht thun zu können, *nur darum allein* muſs auſser der Capillarität, der Temperatur u. s. w., auch die Schwerkraft berichtigt werden, wenn sie an den Beobachtungsorten verschieden ist, weil nur alsdann Proportionalität zwischen der Länge und dem Druck der *Quecksilbersäule* besteht. Was für ein Druck dem Druck dieser Säule das Gleichgewicht hält, ob der Druck der Atmosphäre, die Spannkraft eines eingeschlossenen Luft- oder Dampfvolums, das Gewicht einer Wassersäule oder sonst irgend ein Druck auf die Welt, kommt hiebei gar nicht in Betracht; genug ist's zu wissen, daſs wir diesen Druck unter verschiedenen Breiten unrichtig mäſsen, wenn

1) N. Gehler'sches Wörterbuch, Bd. VI S. 1907.

wir die Länge der Barometersäule ihrem Druck proportional setzten, und doch dabei die Schwerkraft unberichtigt ließen. Alle Betrachtungen über den Zustand der Atmosphäre und die Einwirkung der Schwerkraft auf sie, welche man früher bei der Frage über den Luftdruck in verschiedenen Breiten angestellt hat, sind, so lange es sich bloß um die Messung dieses Druckes handelt, ganz überflüssig; gerade sie haben den an sich einfachen Gegenstand verdunkelt.

Wem diese Gründe noch nicht einleuchten sollten, dem möchten wir einen Versuch vorschlagen. Der Siedpunkt einer Flüssigkeit in einem und demselben Gefäß verändert sich nur mit dem Luftdruck, nicht mit der Schwerkraft, oder nur in dem Fall; daß sie den Luftdruck änderte. Man bestimme also in unseren Breiten den Siedpunkt des Wassers bei einem gewissen Barometerstand, z. B. dem von 336L,0, und wiederhole diesen Versuch unter dem Aequator bei genau demselben Barometerstand, versteht sich, reducirt auf gleiche Temperatur mit dem früheren. Man wird jetzt eine niedrigere Siedhitze beobachten, genau entsprechend dem Druck, welchen die 336L,0 hohe Quecksilbersäule anzeigt, wenn man von ihr die Schwere-Correction abzieht. Oder umgekehrt, man beobachte an beiden Orten zu gleichen Siedpunkten die zugehörigen Barometerstände; dann wird man den unter dem Aequator höher finden, genau um so viel als die Schwere-Correction beträgt.

Der Erfolg dieses Versuches darf nicht bezweifelt werden, sobald nur das Thermometer für Veränderungen von einer Hundertellinie im Barometerstande empfindlich gemacht ist, was sich bewerkstelligen läßt. Es wird auch einleuchtend seyn, daß die doppelte Messung eines gleichen Luftdrucks durch Werkzeuge, von denen das eine von der Schwerkraft afficirt wird, das andere aber nicht, ein neues Mittel darbietet, die Variationen dieser Kraft auf statischem Wege nachzuweisen, und selbst annähernd zu messen, wenn nur das Gesetz zwischen der Temperatur und der Spannkraft des Wasserdampfs, innerhalb der hiebei in Betracht kommenden Gränzen, mit hinlänglicher Genauigkeit bekannt, oder wenigstens die Correspondenz der Stände des Barometers und Thermometers an einem und demselben Ort empirisch sicher festgestellt wäre. *P.*

1837. ANNALEN №. 12.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXII.

I. *Rechtfertigung der Contact-Theorie des Galvanismus; von G. Th. Fechner.*

Die vorliegende Abhandlung war vollendet, als mir die, in der Hauptsache einen gleichen Zweck verfolgende, erst kürzlich erschienene, Schrift Pfaff's: »Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus,« zu Händen kam. Da ich finde, dafs Pfaff's Experimente und Erörterungen sich meist auf andere Seiten des Gegenstandes beziehen, als meine eigenen, so glaube ich, dafs diese Abhandlung durch jene Schrift nicht überflüssig geworden ist, und dafs die eine zur Ergänzung der andern dienen kann [1]).

Die hauptsächlichsten Argumente, welche mit einigem Scheine gegen die Contact-Theorie und zu Gunsten der chemischen Theorie geltend gemacht werden können, sind jüngst von dem eifrigsten Verfechter der letzteren, De la Rive, in einer besonderen Schrift: »*Recherches sur la cause de l'Ectr. volt.* 1836.« zusammengestellt worden. Auf diese werde ich mich haupt-

1) Beiläufig bemerke ich, dafs Pfaff bei seiner Darstellung meiner elektrometrischen Versuche, nach Schweigg. Journ. Bd. LIII, die von mir später in demselben Journ. Bd. LV gegebene Berichtigung übersehen hat, was auf den betreffenden Gegenstand ein falsches Licht wirft. Die Sache verhält sich, wie sie in meinem Lehrbuche des Galvanismus und in diesen Annal. Bd. XLI S. 227 dargestellt ist. In letzterer Abhandlung bitte ich, folgende Druckfehler zu verbessern: S. 226 Z. 10 v. u. beliebig st: beliebiger — S. 227 Z. 17 v. u. den st. der — S. 229 Z. 9 v. o. Glasstielen st. Glasstellen — S. 231 Z. 5 v. o. mir st. nun — S. 231 Z. 17 v. o. nachfolgende st. noch folgende — S. 232 Z. 7 v. u. daran st. davon — S. 237 Z. 2 v. o. Metallkette st. Metallplatte — S. 237 Z. 3 v. u. Nun st. nur — S. 238 Z. 10 v. o. minder st. wieder.

sächlich beziehen, um so mehr, da sich auch die Anhänger der chemischen Theorie hauptsächlich auf De la Rive's Versuche stützen. Faraday's neuere Versuche beweisen nicht sowohl gegen die Contact-Theorie, als (wenigstens scheinbar) gegen eine Theorie, die den Ursprung der Elektricität blofs im Contact von *Metallen* unter einander sucht, worüber ich zum Schlufs noch einige Worte sagen werde. Sie sind übrigens, so wie die, aus demselben Gesichtspunkt zu betrachtenden Versuche Karsten's, ausführlich von Pfaff berücksichtigt worden; um so mehr kann ich sie hier übergehen. Ich selbst habe meine eigene Meinung darüber, die ich lieber ein andermal mit Experimenten, als hier mit Worten darlegen will. Was die folgenden Versuche anlangt, so sind sie oft genug von mir wiederholt und abgeändert worden, um darin den Ausdruck von Thatsachen, nicht von Zufälligkeiten sehen zu können, von denen ich, wie ich gestehe, De la Rive's Versuche nicht ganz frei halte.

I. Thatsachen, welche die ungeschlossene Kette betreffen.

1) Ich habe in diesen Annalen (Bd. XLI S. 225) die Mittel angegeben, die gar nicht so unbedeutende Elektricität, welche zwei heterogene Metalle durch Contact in isolirtem Zustande erhalten, mit sicherem Erfolge nachzuweisen. Die Anhänger der chemischen Theorie pflegen entweder die Sicherheit dieser Versuche zu läugnen, was hinfort unter Anwendung der von mir angegebenen Vorrichtungen nicht mehr möglich seyn wird, oder die dabei entstandene Elektricität von Reibung, Druck oder chemischem Einflusse der Luft und ihrer Feuchtigkeit abzuleiten. Es ist zu zeigen, dafs hiervon der Erfolg nicht abhängen kann. Zuvor indefs kann ich nicht umhin, zu bemerken, dafs es mir etwas sonderbar scheint, der Reibung und dem Druck, die doch nur be-

sondere Modificationen des Contacts sind, das Vermögen zuzugestehen, unabhängig von chemischer Wirkung Elektricität zu erwecken, während man es dem einfachen Contact so hartnäckig abspricht. Auch die Thermoelektricität hat man nicht einmal versucht vom Chemismus abzuleiten; die Mitwirkung des Contacts ist hier unzweifelhaft.

Dafs der Erfolg bei den oben erwähnten Versuchen nicht von Reibung abhängen kann, ist schon in meiner Abhandlung in diesen Annalen, Bd. XLI S. 235, unter No. 4 nachgewiesen worden. Dafs er nicht von Druck abhängt, erhellt theils daraus, dafs, wofern nur überhaupt der Contact gehörig vollzogen wird, was natürlich *ganz* ohne Druck nicht abgehen kann, eine Verstärkung des Drucks keinen deutlichen Einflufs mehr auf Verstärkung der Ausschläge äufsert; theils daraus, dafs nach den, in diesem Gebiete sehr ausgedehnten, Erfahrungen Becquerel's zwar alle Körper der Elektricitätserregung durch Druck fähig sind, mit Ausnahme jedoch gerade *des* Falls, wo *beide* an einander gedrückte Körper gute Leiter sind, in welchem Falle sie wenigstens nicht nachweisbar ist, unstreitig aus demselben Grunde, der die Elektricität durch Reibung zweier guten Leiter an einander nachzuweisen hindert. Dafs aber chemische Wirkung nicht Ursache des Erfolgs seyn kann, geht indirect schon daraus hervor, dafs hierdurch die Condensation der Elektricitäten an den Berührungsoberflächen durchaus nicht erklärlich seyn würde, die sich dagegen sehr wohl im Sinne der Contact-Theorie erklärt. In der That versteht sich von selbst, dafs, wenn in der Berührung beider Platten eine Kraft liegt, welche die Elektricitäten, ungeachtet ihrer Anziehung zu einander, zu trennen und auf die respectiven Platten überzuführen vermag, sie auch im Stande seyn mufs, dieselben bis zu einem, ihrer (der Kraft) Intensität proportionalen, Grade getrennt zu erhalten.

Sie wird somit in *diesem* Bezuge die Firnifsschicht der Condensatoren vertreten. Was aber könnte nach der Ansicht, dafs die entwickelte Elektricität von chemischer Wirkung (die doch an den Berührungsflächen gerade am wenigsten stattfinden kann) abhänge, das Ueberfliefsen der condensirten entgegengesetzten Elektricitäten in einander verhüten und die Condensation selbst überhaupt gestatten? Eine etwa supponirte Luft- oder Oxydschicht zwischen beiden kann es jedenfalls nicht, weil sich diese eben so gut der Trennung beider Elektricitäten entgegensetzen müfste; ferner müfste eine solche dann auch als Hindernifs für die Uebertragung an das Elektrometer auftreten, wo nicht einmal die Anziehung zur entgegengesetzten Elektricität den Uebergang unterstützt. Inzwischen hat De la Rive mehrere Versuche angeführt, welche direct beweisen sollen, dafs Contact ohne gleichzeitige chemische Wirkung keiner Elektricitätsentwicklung fähig sey. Wir wollen ihm jetzt bei diesen Versuchen folgen.

2) Schon vorlängst hat De la Rive Versuche mitgetheilt, die er auch jetzt wieder zu Gunsten seiner Ansicht geltend macht (*Recherch. p.* 57), zufolge deren im luftleeren Raume und in ausgetrockneter Luft die Zeichen von Elektricität, welche zwei in gewöhnlicher Luft sich berührende Platten darbieten, nicht mehr eintreten. Inzwischen geht aus der Art, wie er diese Versuche angestellt, hervor, dafs der negative Erfolg derselben vielmehr daher rührte, dafs er den dabei angewendeten Condensator durch ganz trocknes Holz mit dem Erdboden in Verbindung setzte, und jeder kann sich überzeugen, dafs auch bei Anstellung des Versuches in gewöhnlicher Luft der Condensator unter diesen Umständen seine Dienste versagt. Bekanntlich hat Pfaff schon diese Versuche früher experimental widerlegt, und hinsichtlich neuer Erörterungen darüber kann ich auf seine Schrift S. 20 verweisen.

3) Schon früher anderwärts und neuerdings in s. *Recherch. p.* 60 hat De la Rive folgenden Versuch geltend gemacht:

»Ein Stück Kalium oder Natrium wird mit einem seiner Enden fest in eine Platinpincette befestigt, während man es am anderen Ende mit einer hölzernen oder besser elfenbeinernen Pincette fafst. Wenn man es, nachdem man es recht blank gemacht, mit ganz reinem Steinöl umgiebt und den Condensator mit dem Ende der Platinpincette berührt, so nimmt man kein Zeichen von Elektricität wahr, während, wenn das Steinöl entfernt wird, so dafs nichts davon um das Metall bleibt, dieses sich rasch an der Luft oxydirt und das Elektroskop eine aufserordentlich lebhafte Elektricität anzeigt. Kaum bedarf es des Condensators, sie bemerklich zu machen. Wenn man manchmal einige Anzeichen von Elektricität wahrnimmt, während Kalium und Natrium im Steinöl sind, so rührt diefs daher, dafs man ein wenig Feuchtigkeit mit in das Steinöl gebracht hat, welche an der Oberfläche dieser Metalle adhärirend blieb, und auf sie eine leicht wahrzunehmende chemische Wirkung äufsert. In Stickstoff und Wasserstoff haben beide Metalle auch eine Elektricitätsentwicklung hervorgebracht, wegen der chemischen Wirkung, welche diese Gasarten entweder an sich oder vermöge der Wasserdämpfe, wovon es unmöglich ist sie zu befreien, (?) darauf äufsern; und zum Beweise dieser chemischen Wirkung sieht man ihre Oberfläche den Metallglanz verlieren und glanzlos werden, ungefähr eben so wie in der atmosphärischen Luft.«

Das Ergebnifs, was mich eine Wiederholung dieses Versuches hat ziehen lassen, ist dieses, dafs er in der von De la Rive angewendeten Form überhaupt untauglich ist, einen Beweis für die eine oder die andere Ansicht zu geben, weil nämlich das Kalium, mittelst *trocknen* Holzes mit der Erde in Verbindung gesetzt, *weder aufser noch in dem Steinöl* eine Elektricitätsentwicklung

folg zu erklären. Wenn ich bloſs die eine, mit dem Kalium in Verbindung stehende, Hälfte des Stäbchens, und namentlich auch die Einfügungsstelle desselben in das Kalium eben so gut, als bei den vorigen Versuchen, wo ein Erfolg stattfand, befeuchtete, während der Berührung des Condensators mit dem Platin aber das Holz an der lufttrocken gebliebenen Hälfte anfaſste, wurde das frühere negative Resultat erhalten; ja dieſs war selbst dann der Fall, wenn ich unter Anwendung dieser Angriffsweise das Kalium während der Berührung des Condensators mit saurem Wasser befeuchtete, so daſs eine explosivartige chemische Wirkung entstand [1]). Hierdurch ist das, für dergleichen Versuche ganz ungenügende, Leitungsvermögen lufttrocknen Holzes zur Genüge dargethan, und Jeder kann sich ganz einfach, auch ohne Kalium, davon überzeugen, wenn er dem Kalium Zink substituirt, wo die Erscheinungen bei gleichgeltender Anordnung ganz eben so ausfallen.

Man sieht also, daſs De la Rive's Versuch unter Steinöl nach der Art, wie er ihn beschreibt, nicht gelingen konnte, weder nach der chemischen, noch nach der Contact-Theorie, daſs er also überhaupt nichts beweist.

Ich bin aber im Stande gewesen, diese Versuche so abzuändern, daſs ein Beweis daraus *gegen* die chemische Theorie gezogen werden kann.

Bei der auſserordentlichen Lebhaftigkeit, mit welcher der Ausschlag erfolgte, wenn das am Condensator mittelst eines Platindrahts, oder auch durch directe Berührung (denn in der That ist das Platin hierbei ganz unwesentlich) angebrachte Kalium mit dem Boden durch einen feuchten Leiter in Verbindung stand, und bei der ausnehmenden Empfindlichkeit des mir zu Gebote stehenden Elektrometers mit trockner Säule schien es mir

1) Fig. 6 Taf. III versinnlicht diese kleine Vorrichtung. *K* ist die Kaliumkugel, *P* der Platinstift, *H* der Holzstab, *f* der feuchte und *t* der trockne Theil desselben.

nicht unwahrscheinlich, dafs selbst ohne Condensator durch die Berührung eines negativen Metalls mit Kalium ein Ausschlag entstehen würde. Dieser Versuch ist vollständig gelungen. Wurde der Messingstift, von welchem das Goldblatt des Elektrometers herabhing, direct oder auch unter Zwischeneinbringung eines lufttrocknen Streifchens Papier oder Leinwand, welche viel besser zu leiten schienen, als lufttrocknes Holz, mit dem Platindrahte der Kaliumkugel berührt, während die Kaliumkugel unmittelbar mit der Hand, oder an einem schwach feuchten Holzstäbchen gefafst ward, so war, wenn das Goldblatt sichere Stabilität hatte, ein allerdings schwacher, aber unverkennbarer, negativ elektrischer Ausschlag wahrzunehmen, und eben so ein positiv elektrischer, wenn ich unter Umkehrung der Combination den Platindraht mit den Fingern fafste und das Elektroskop, unter Zwischenwirkung des lufttrocknen Zwischenleiters, oder auch nur einer am Kalium gebildeten Oxydschicht, mit dem Kalium berührte. Durch die vielfältigsten Gegenversuche, indem ich das Elektroskop theils mit isolirtem, theils nicht isolirtem Platin, *ohne Mitwirkung von Kalium*, berührte, überzeugte ich mich, dafs in der That kein Ausschlag des Elektrometers durch solche Berührungen hervorgerufen wurde, der Contact des Kaliums mithin wesentlich war; und solche Gegenversuche sind auch bei den nachfolgenden Versuchen nicht vernachlässigt worden.

Bei der Deutlichkeit der erhaltenen Anzeigen (die bis hieher noch keinen Einwand gegen die chemische Theorie begründen) schien es mir nicht unmöglich, auch bei gänzlicher Isolirung des Kaliums noch Anzeichen von Elektricität wahrnehmbar zu machen, und so allen Einflufs von Feuchtigkeit zu beseitigen. Der Condensator kann unter diesen Verhältnissen aus bekannten Gründen nicht angewendet werden; andererseits stand freilich auch dem Erfolge der Anwendung einer hiervon nicht unterstützten elektrometrischen Vorrichtung die Schwie-

rigkeit entgegen, dafs die Intensität der Elektricität sich auf zwei einander berührenden heterogenen Platten umgekehrt wie ihre Oberflächengröfsen oder Ableitungsgröfsen verhält, mithin, wenn die Oberfläche des Elektrometers beträchtlich gröfser als die des Kaliums, überdiefs jenes nicht sehr gut isolirt ist, kein Erfolg zu erwarten steht. In der That konnte ich, wenn ich das Kalium in einer trocknen Isolirpincette fafste, und mit dem Platindrahte des Kaliums mein Elektrometer berührte, die früher mit völliger Bestimmtheit wahrgenommene Zeichen von Elektricität nicht mehr erhalten. Auf folgende Weise indefs ist auch dieser feine Versuch völlig gelungen. Ich liefs ein Elektrometer absichtlich mit kleinstmöglicher Oberfläche verfertigen, bestehend blofs aus einem sehr dünnen und kurzen Messingdraht, welcher, als Axe eines ihn umgebenden Gummilackcylinders, durch den durchbohrten Boden eines umgekehrten Trinkglases hindurchging, und von welchem innerhalb des Glases ein sehr schmales, 2½ Zoll langes Goldblatt zwischen die Polplatten der Säule des Elektrometers herabhing, während an das aufserhalb des Glases vorragende Ende des Messings die Elektricität übergetragen werden konnte. In die Kaliumkugel ward ein dünner Platindraht, so kurz, als es die Bequemlichkeit der Uebertragung der Elektricität erlaubte, eingefügt, und die Kugel selbst, zu Vergröfserung ihrer Oberfläche, zwischen zwei, mit Steinöl genetzten Kupferplatten so glatt geprefst, als es geschehen konnte, ohne durch den Platindraht die Kaliumscheibe zu durchschneiden. So mochte das ganze Elektrometer nur etwa die doppelte Oberflächengröfse vom Kalium haben [1]).

Nach so getroffener Vorrichtung wurden nun die vorigen Versuche erst in der Luft wiederholt, indem da-

1) Ich versuchte mehrere Kaliumkugeln durch Druck zu vereinigen, was aber wegen des anhängenden Steinöls, oder sofort an frischen Schnittflächen sich bildenden Oxyds, nicht gelang.

bei bald das Kalium, bald das Platin mit der Isolirpincette gefaſst, und das andere Metall jedesmal mit dem Elektroskop in Verbindung gesetzt ward. Ein deutlicher entgegengesetzter Ausschlag des Goldblatts konnte hier noch mit völliger Bestimmtheit beobachtet werden, so wie sich diese Vorrichtung auch, wenn die Combination von Platin und Kalium nicht isolirt war, viel empfindlicher zeigte, als die vorher angewandte, und ohne Condensator die deutlichsten (bei entgegengesetzter Anbringung die entgegengesetzten) Ausschläge gab, die leicht bis zum Anschlagen des Goldblatts an die Polplatten getrieben werden konnten, wenn diese nur eben so weit ($7\frac{1}{2}$ Lin.) von einander entfernt wurden, als zur Stabilität des Goldblatts hinreichend war. Ich setzte jetzt die Kaliumscheibe mit dem daraus hervorragenden, aufwärts gebogenen Drahte in ein kleines Gläschen, übergoſs sie etwa einen halben Zoll hoch mit Steinöl, und entlud nun, während ich das Gläschen mit der Hand faſste, den aus dem Steinöl vorragenden (das Glas nirgends berührenden) Platindraht am Elektrometer. *Der Ausschlag nach der Seite, welcher die negative Elektricität anzeigt, erfolgte hier ganz eben so constant, deutlich und bestimmt, als wenn sich das Kalium isolirt in der Luft befand.* Daſs die nöthigen Gegenversuche hierbei nicht vernachlässigt wurden, ward schon oben erwähnt.

Den Erfolg dieses Versuches im Sinne der chemischen Theorie zu deuten, scheinen sich noch folgende Wege darzubieten:

a) Es wurde mit dem Kalium etwas Feuchtigkeit in das Steinöl eingeführt, dessen chemische Wirkung den Erfolg bedingte.

b) Das Steinöl war vielleicht verfälscht, und noch einer chemischen Wirkung auf das Kalium fähig.

Was nun *a* anlangt, so hat dieser Einwand für den ersten Anblick Einiges für sich, indem man in der That,

Messingstifte mit einander in Verbindung setzte. Auch hier müfste nach der Theorie des Contacts kein Erfolg Platz nehmen; dagegen lehrt der Versuch, dafs die Zinkplatte, deren Oberfläche der Luft ausgesetzt war, sich mit positiver Elektricität lud, die andere aber, die mit einer dicken Firnifsschicht bedeckt war, mit negativer, gerade, wie es unter denselben Umständen mit einer Messingplatte der Fall gewesen seyn würde.«

Diese Versuche haben mich in hohem Grade frappirt, und ich habe dieselben ganz auf die von De la Rive angegebene Art mit aller Sorgfalt wiederholt, welche ich Versuchen schuldig zu seyn glaubte, die, je nachdem ihr Erfolg ausfiel, wirklich für oder gegen die chemische Theorie zeugen mufsten. Das Resultat aber war ganz einfach dieses, dafs die Erfolge, nach der Ueberfirnissung des mit einem angelötheten Kupferstift versehenen Zink-Condensators und vollkommenem Trocknen des Firnisses, auf keine wahrnehmbare Weise abwichen von denen, die ich durch Ueberfirnissung mit demselben Condensator erhielt, ungeachtet die Schicht Gummilackfirnifs, mit der ich durch sehr oft wiederholte Auftragung die ganze nicht condensirende Fläche des Zink-Condensators überzogen hatte (während die condensirende Fläche begreiflich blofs ihre dünne Firnifsschicht behalten durfte, wie diefs auch bei De la Rive's Versuchen, nach einer anderwärts von demselben ausdrücklich ausgesprochenen Angabe, der Fall war), ausnehmend dick, und mit der ängstlichsten Sorgfalt, keine Stelle des Zinks frei zu lassen, angebracht war. Um noch einen Schritt weiter als De la Rive zu gehen, befestigte ich, um auch den Einwurf zu beseitigen, der etwa von einer chemischen Einwirkung der Luft auf das Kupfer hergenommen werden konnte, an den Kupferstift einen Platindraht, und überfirnifste nun auch den ganzen Kupferstift, so dafs nur Platin frei blieb. Wurde nun das Platin mit dem Finger oder einem, mit destil-

lirtem Wasser befeuchteten Papierstreifchen berührt, so lud sich auch jetzt der Zink-Condensator gerade so gut mit positiver Elektricität, als wenn er nicht überfirnifst war. Uebrigens sind schon einige Versuche von Becquerel und Peltier (s. Becquerel's *Traité, II, p.* 139) vorhanden, die ein ähnliches Ergebnifs als meine eigenen gegeben haben. Indefs fand bei Becquerel an einer kleinen Stelle des Zinks statt Ueberfirnissung blofs Bedeckung mit Glas statt, was De la Rive nicht für hinlänglich hält. In Peltier's Versuch war dieser Umstand vermieden; doch ist mir das Spiel seines, etwas anders eingerichteten, Apparats nicht ganz klar geworden. Aber auch bei Pfaff finde ich (s. dessen Schrift, S. 22), dafs er den Versuch De la Rive's ganz nach dessen eigener Angabe wiederholt, und durchaus dieselbe Wirkung des Zink-Condensators mit Firnifs wie ohne Firnifs beobachtet habe.

Uebrigens ist es mir gelungen, die Frage, ob überfirnifstes Zink in Verbindung mit elektronegativen Metallen Elektricität entwickelt, auf einem noch viel einfacheren Wege als mittelst des Condensators bejahend zu entscheiden.

Unter Anwendung eines Elektrometers, welches dem unter No. 3 beschriebenen ganz ähnlich ist, nur ein längeres Goldblatt ($4\frac{1}{2}$ Par. Zoll), und statt Messingstifts einen Golddraht, durch Gummilack durchgehend, hat, erhalte ich mit einer Zinkplatte, an welcher ein Platindraht befestigt ist, einen allerdings nur ganz kleinen, aber doch keiner Täuschung unterworfenen constanten Ausschlag des Goldblatts rechts oder links, je nachdem ich das eine oder andere Metall mit dem Goldstift in Verbindung setze, während ich das andere in der Hand halte; nur ist bei Verbindung des Zinks mit dem Golddraht, aus leicht begreiflichen Gründen, Zwischeneinschiebung eines feuchten Leiters erforderlich, nicht aber wenn ich das Platin damit in Berührung setze. Ich habe nur

für letzteren Fall Zink, sowohl ungefirnifst, als auch mit einer dicken Lage Firnifs überzogen (so dafs auch die Verbindungsstelle des Zinks mit dem Platin auf das Genaueste verstrichen war), angewandt, und in beiden Fällen nicht merklich verschiedene Resultate (einen nämlich merklich gleich starken negativen Ausschlag) erhalten. Die Zinkplatte war grofs genug, dafs die Oberfläche des Elektrometers gegen sie nicht sehr in Betracht kam. Zum Gelingen dieses Versuches müssen die Polplatten so nahe gestellt seyn, als es mit der Stabilität des Goldblatts nur eben verträglich ist.

5) De la Rive macht geltend (*Recherches p.* 66), dafs Becquerel mittelst empfindlicher Apparate nach dem Verfahren, welches ich in meiner Abhandlung in diesen Annal. Bd. XLI S. 226, das *zweite* genannt habe, unter Anwendung eines vergoldeten Condensators doch nicht die schwächste Spur von Elektricitätsentwicklung zwischen Gold und Platin nachzuweisen vermochte (*Ann. de chim. et de phys. XLVI, p.* 292, oder *Traité de l'Electr. T. II p.* 137), und mifst diefs der fehlenden chemischen Einwirkung der Luft auf beide Metalle bei; da in der That Versuche mit dem Multiplicator unter Anwendung einer, diese Metalle angreifenden Flüssigkeit zeigen, dafs ihre Verbindung elektrischer Erregung fähig ist. Hiergegen ist zu erwiedern, dafs ein nur mäfsig empfindlicher Multiplicator ein ohne Vergleich empfindlicheres Instrument zur Nachweisung der schwächsten Elektricitätsspuren ist, als der empfindlichste Condensator; daher bei dem unstreitig nur sehr schwachen elektromotorischen Gegensätze des Goldes und Platins, für den ihr chemisches Verhalten selbst spricht, wohl erklärlich ist, dafs das eine Instrument eine Wirkung noch anzeigt, wo das andere eine solche versagt. Die Becquerel'sche negative Erfahrung verliert vollends alles Gewicht dadurch, dafs Becquerel bei derselben Versuchsreihe fand, dafs Graphit und einige andere Körper, auf

die

die ein chemischer Einflufs der Luft nicht nachweisbar ist, einer durch den Condensator deutlich erkennbaren Elektricitätsentwicklung mit Gold fähig sind, auch nachdem sie zuvor mit destillirtem Wasser gewaschen worden, und ich selbst habe schon früher der Elektricitätsentwicklung zwischen Silber und Gold, die in schwachem Grade selbst ohne Condensator nachweisbar ist, gedacht. Wenn freilich De la Rive auch in allen diesen Fällen eine chemische Wirkung *supponirt*, so habe ich blofs die Bemerkung zu machen, dafs es auch erlaubt seyn mufs, in allen Fällen eine elektrische Wirkung zu supponiren, wo sie nicht nachweisbar ist, wofern sie nur besser zur Contact-Theorie pafst.

6) Biot hat sich vorlängst überzeugt, dafs Säulen, aus gleich viel Plattenpaaren, mit Flüssigkeiten von sehr verschiedener chemischer Einwirkung aufgebaut, als Wasser, Auflösung von Kochsalz, von Salmiak, von chlorsaurem Kali, von Eisenvitriol, dieselbe Intensität der Pole am Elektrometer zeigten. Wenn einige Flüssigkeiten, wie Natronlösung, Ausnahmen zeigten (die im Sinne der Contact-Theorie durch eine Veränderung der metallischen Oberflächen erklärlich werden), so sind diese wenigstens nicht von der Art, dafs sie zu Gunsten der chemischen Theorie sprechen. De la Rive selbst hat ähnliche Betrachtungen gemacht (*Rech. p.* 142), indem er fand, dafs Säulen aus gleich viel Paaren, mit Flufswasser, Glaubersalzlösung und sehr verdünnter Salpetersäure geschichtet, gleiche Stärke der Elektricität am isolirten Pole zeigen, wofern (wie diefs auch bei Biot's Versuchen der Fall war) der andere Pol mit dem Boden in Verbindung steht; sind dagegen beide Pole isolirt, so findet ein Unterschied statt, und die verdünnte Salpetersäure giebt die schwächsten, oft ganz verschwindende elektrische Anzeichen.

Um nun die, für den ersten Anschein offenbar der chemischen Theorie widersprechende, Gleichheit der Kraft

bei Aufbau der Säule mit verschiedenen Flüssigkeiten im Fall der Nichtisolirung) zu erklären, nimmt De la Rive an, es werde zwar durch die stärker eingreifenden Flüssigkeiten mehr Elektricität entwickelt, aber von den sich entwickelnden entgegengesetzten Elektricitäten vereinige sich immer wieder ein Antheil durch die Glieder der Säule selbst hindurch. Da nun die Flüssigkeiten von stärkerer chemischer Wirkung im Allgemeinen auch ein besseres Leitungsvermögen besitzen, so gestatten sie auch eine schnellere Wiedervereinigung, und hierdurch sey erklärlich, dafs der freibleibende Antheil Elektricität doch bei ihnen nicht stärker ausfalle, als bei den schwächer wirkenden Flüssigkeiten. Abgesehen von anderen Einwürfen indefs, die sich dieser Ansicht machen lassen, so wäre es doch sonderbar, wenn diese Compensation bei den verschiedensten Flüssigkeiten gerade bis zur Gleichheit der Wirkungen gehen sollte, um so mehr, da das Leitungsvermögen der flüssigen Glieder der Säule auch mit von ihren Dimensionen abhängt, mithin die Compensation nur bei einer einzigen Dicke der flüssigen Schichten genau seyn könnte. Bei der Contact-Theorie geht die Gleichheit der Intensität nicht isolirter Säulen beim Aufbau mit verschiedenen Flüssigkeiten (in sofern sie nicht die metallischen Oberflächen ändern) begreiflich als natürliche Folgerung ohne alle Hülfshypothese hervor. Die verschiedene Wirkung der isolirten Säule ist noch räthselhaft, könnte aber möglicherweise darauf beruhen, dafs bei schlechtleitender Flüssigkeit die Ableitungsgröfse der Säule wohl gröfser wird, da dann wahrscheinlich die Elektricität auch zwischen Flüssigkeit und Metallfläche eindringt, was weniger der Fall seyn möchte, wenn das Leitungsvermögen der Flüssigkeit sich dem der Metalle mehr nähert; ein Gegenstand, über den übrigens specielle Versuche noch wünschenswerth wären.

II. Thatsachen, welche die geschlossene Kette betreffen.

1) Nach der Contact-Theorie scheint es, müfste Eisen, was sich gegen Kupfer in Berührung mit Wasser oder verdünnten Säuren positiv elektrisch zeigt, auch in allen anderen Flüssigkeiten positiv elektrisch dagegen seyn, es verhält sich aber in Schwefelleberlösung negativ dagegen. Diesem Beispiel lassen sich andere zur Seite setzen, wo sich ebenfalls das elektromotorische Verhältnifs der Metalle nach Beschaffenheit der Zwischenflüssigkeit ändert, z. B. von Zinn und Kupfer ist es in Ammoniakflüssigkeit das entgegengesetzte von dem in reinem Wasser, und von Kupfer und Blei in concentrirter Salpetersäure das entgegengesetzte von dem in verdünnter Salpetersäure, was zugleich den Einwand beseitigt, als wenn die verschiedene elektromotorische Wirkung der verschiedenen Flüssigkeiten auf die Metalle selbst eine scheinbare Umkehrung der Polarität hervorrufen könnte, da in letzterem Beispiele die Flüssigkeit, abgesehen vom Concentrationsgrade, dieselbe bleibt. Nach der chemischen Ansicht erklären sich alle diese Fälle leicht aus dem allgemeinen Satze, dafs das von der Flüssigkeit stärker angegriffene Metall stets das positivere ist. (De la Rive in s. *Recherch. p.* 7.)

Diesen Einwand glaube ich in einer ausführlichen, die Polaritätsumkehrungen der Kette betreffenden, Abhandlung, die De la Rive'n unstreitig unbekannt geblieben ist, genügend berücksichtigt zu haben [1]). Ich habe gezeigt, dafs, wenn das Kupfer in Schwefelleberlösung positiv gegen Eisen wird, diefs auf einer (selbst dem Auge sichtbaren) Veränderung seiner Oberfläche beruht, die in concentrirter Schwefelleberlösung *sofort* beim Eintauchen, in verdünnter *allmälig* erfolgt, woher denn auch in verdünnter Lösung erst der normale Aus-

1) Schweigg. Journ. Bd. LIII S. 61. 129, oder Biot's Lehrbuch, Bd. III S. 93.

schlag des Multiplicators erfolgt, der erst allmälig in den entgegengesetzten übergeht. Auch zeigt sich das in Schwefelleberlösung veränderte Kupfer dann in anderen Flüssigkeiten positiv gegen Eisen. Ich habe ferner nachgewiesen, dafs auch in anderen concentrirten Flüssigkeiten und bei anderen Metallen, wo ein dem gewöhnlichen entgegengesetztes elektromotorisches Verhalten beobachtet wird, sich im Allgemeinen ein gewisser Verdünnungsgrad der Flüssigkeit finden läfst, unterhalb dessen die Metalle anfangs das normale Verhalten zeigen, was dann allmälig in das entgegengesetzte übergeht (wofern der Verdünnungsgrad nicht zu stark ist), was ebenfalls für eine, allerdings nicht allenthalben durch unmittelbare Anschauung nachweisbare, allmälig erfolgende Oberflächenänderung der Metalle spricht; denn dafs die Aenderung der Flüssigkeit hierbei nicht in Betracht kommt, habe ich durch anderweite Versuche gezeigt. Wenn übrigens das positive Metall zugleich stets das stärker angegriffene ist, so entscheidet diese Coincidenz zweier Umstände begreiflich gar nichts darüber, welcher von beiden als die Ursach des anderen zu betrachten sey.

Da übrigens unter den, in meiner Abhandlung enthaltenen Fällen, die, oben speciell von De la Rive gemachten, Fälle des umgekehrten Verhaltens von Zinn und Kupfer in Ammoniak, und von Blei und Kupfer in starker Salpetersäure gerade nicht enthalten waren, so habe ich mich neuerdings noch speciell überzeugt, dafs in der That, wenn man Zinn und Kupfer in officineller Ammoniakflüssigkeit, Blei und Kupfer in rauchender Salpetersäure schliefst, selbst wenn diese Flüssigkeiten nicht verdünnt sind, der Ausschlag anfangs das normale positive Verhalten respective des Zinns und Bleis anzeigt, was aber in Kurzem (im Maafse als die Veränderung der Metalle von Statten geht) in das entgegengesetzte übergeht. Auch noch durch andere Versuche läfst sich die stattfindende Aenderung der Metalle in diesen Flüs-

sigkeiten nachweisen, die ich inzwischen hier übergehe, da sie besser anderwärts im Zusammenhange vorgetragen werden.

Ueberhaupt sind die Aenderungen, welche die Flüssigkeiten an den Metallen hervorzubringen vermögen, bei weitem noch nicht genug gewürdigt und studirt, und ich werde hierauf noch öfter in dieser Abhandlung und ausführlicher bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen. Alle Versuche, die Pfaff, Karsten, Becquerel u. A. über die Elektricitätserregung zwischen flüssigen und festen Körpern angestellt haben, sind mindestens *complicirt* durch diese Veränderungen, und erfordern eine Revision in Bezug darauf. Es wäre sogar nicht unmöglich, dafs der Erfolg dieser Versuche *blofs* von solchen Veränderungen abhinge. Fernere Versuche werden mir hoffentlich bald darüber Aufschlufs geben.

2) Schönbein theilt in diesen Annalen (Bd. XXXIX. S. 351) einen Versuch mit, den er für besonders schlagend zu Gunsten der chemischen Theorie hält, und der wesentlich darauf zurückkommt, dafs ein Eisendraht, der durch zuvoriges Eintauchen in Salpetersäure in den sogenannten passiven Zustand versetzt worden ist, mit einem Platindraht in Kupfervitriollösung zur Kette geschlossen, indem er kein Kupfer fällt, auch keinen Strom giebt, dafs aber sofort ein Strom entsteht, wenn man durch eine beliebige Ursache die Passivität des Drahts aufgehoben, d. h. seine chemische Wirksamkeit wieder hergestellt hat.

Ueber diesen Versuch ist Folgendes zu sagen:

Es ist durch frühere Versuche von Wetzlar und von mir selbst zur Genüge dargethan, dafs die (im Sinne der chemischen Theorie eben sowohl als im Sinne der Contact-Theorie unerklärte) Veränderung, welche das Eisen in Salpetersäure und starker salpetersaurer Silberauflösung erfährt, dasselbe beträchtlich negativer macht, als vorher. Dafs nun ein sehr negatives Metall weder

Kupfer fällt, noch mit Platin einen bemerklichen Strom giebt (zumal wenn man die Metalle in Form von Dräthen und einen Multiplicator von wenig Empfindlichkeit anwendet), wird gewifs Niemand mit der Contact-Theorie unvereinbar finden, und eben so wenig, dafs ein Strom zugleich mit der Kupferfällung wieder eintritt, wenn man durch irgend eine Ursache jene Oberflächenänderung des Eisens beseitigt. Wo liegt der Beweis, dafs die Kupferfällung nicht vielmehr Folge als Ursach der wiederhergestellten elektrischen Wirkung sey. Noch überdiefs wäre es möglich, dafs die eigenthümliche Veränderung, welche das Eisen in Salpetersäure erfährt, auch seinen Uebergangswiderstand erhöhte. (Vergl. unten No. 3.) Ich kann daher in diesem Versuche nicht das geringste Beweisende finden.

Aus gleichem Gesichtspunkte ist der Versuch zu betrachten, den De la Rive in diesen Annalen, Bd. XL S. 368, mittheilt. Wenn ich sage, dafs Eisen auch in Kalilauge eine Veränderung der Art erleidet, dafs es dadurch beträchtlich negativer wird, als vorher, so erklärt sich wohl hiermit alles dort Angeführte, wenngleich die Veränderung des Eisens selbst noch einer Erklärung bedarf, nicht minder nach der chemischen, als nach der Contact-Theorie. Einen Beweis dieser Veränderung kann man unter andern darin finden, dafs Eisen, mit Kupfer in Kalilauge zur Kette geschlossen, zwar erst den normalen Ausschlag des Multiplicators, welcher Ausschlag Eisen positiv erscheinen läfst, giebt, welcher sich aber in Kurzem umkehrt. Dafs übrigens Eisen mit Platin in Kalilauge keinen Strom gäbe, habe ich nicht bestätigt finden können. Er war bei Anwendung eines allerdings empfindlichen Multiplicators stark genug, um die Doppelnadel fast senkrecht auf die Windungen zu stellen.

3) Folgende Erfahrungen gehören zu denen, welche für den ersten Anblick am schlagendsten zu Gunsten der chemischen Theorie sprechen, und auf welche

die Anhänger derselben besonders Gewicht legen. Zink mit Kupfer giebt eben sowohl in destillirtem Wasser als in concentrirter Schwefelsäure geschlossen nur schwache elektrische Strömung, in verdünnter Schwefelsäure, also einer Mischung beider Flüssigkeiten, sehr starke. Da es nun nicht wahrscheinlich ist, daſs das eigenthümliche Leitungsvermögen der Flüssigkeiten durch ihre Vermischung abgeändert wird, so bleibt (nach den Anhängern der chemischen Theorie) nichts übrig, als der mit Verdünnung der Schwefelsäure eintretenden verstärkten chemischen Wirkung und dadurch vermehrten Elektricitätsentwicklung den verstärkten Strom beizumessen. Aehnlich ist folgende Erfahrung: Platin mit Gold giebt sowohl in reiner Salpetersäure, als in reiner Salzsäure einen schwachen, bald verschwindenden, oder (nach De la Rive's Behauptung) selbst nicht merklichen Strom, in Königswasser einen hinreichend kräftigen. Aehnliche Beispiele werden noch viele angeführt, die alle zur selben Klasse gehören. Indeſs zugegeben, daſs die Vermischung der Flüssigkeiten ihr Leitungsvermögen nicht ändere, so fragt sich noch, ob der in allen diesen Fällen mit verstärkter chemischer Wirkung eintretende verstärkte Effect nicht bloſs davon abhänge, daſs mit zunehmender chemischer Wirkung auf die Metallplatten sich der Uebergangswiderstand vermindert. In der That habe ich in meinen galvanischen Maaſsbestimmungen gezeigt, daſs dieser Widerstand in stärker eingreifenden Flüssigkeiten kleiner ausfällt. Noch directer entscheidend aber in Bezug auf vorliegenden Gegenstand dürften folgende Versuche seyn:

Wenn ich irgend eine Flüssigkeit zwischen homogene Platten bringe, so kann, bei Schlieſsung der Platten mit dem Multiplicator, nach keiner Theorie ein Strom durch selbstständige Wirkung dieses Systems entstehen; und wenn ich mithin eine Flüssigkeit zwischen homogenen Platten in eine wirksame Kette *einschiebe*, so wird

dieses Einschiebsel nach jeder Theorie auf keine andere Weise als durch seinen Leitungswiderstand auf die Kraft der Kette influiren können, so lange nicht ein Ladungszustand der Platten eingetreten ist. Nun zeigt sich:

a) Dafs concentrirte Schwefelsäure zwischen homogenen Zinkplatten, oder Salzsäure zwischen homogenen Platinplatten in eine wirksame Kette eingeschoben, die Kraft dieser Kette beträchtlich schwächt; ein Beweis, dafs ein starker Leitungswiderstand dadurch in die Kette kommt.

b) Dafs eben so destillirtes Wasser zwischen homogenen Zinkplatten, oder Salpetersäure zwischen homogenen Platinplatten in die Kette eingeschoben, ihre Kraft beträchtlich schwächt.

c) Dafs aber verdünnte Schwefelsäure zwischen homogenen Zinkplatten, oder eine Mischung aus Salzsäure und Salpetersäure zwischen homogenen Platinplatten in die Kette eingeschoben, ihre Kraft verhältnifsmäfsig wenig schwächt; ein Beweis, dafs durch die Mischung (und unstreitig das dadurch bewirkte chemische Eingreifen) der Flüssigkeiten der Leitungswiderstand wirklich abgenommen hat. Hier folgt das Detail der Versuche:

Im Troge *A*, Fig. 7 Taf. III, wurde eine Zinkkupferkette *K*, *Z* (von jeder Platte 11,2 Par. Duod. Quadr. Zoll eintauchend, bei 4 Lin. Abstand) in stark saurem Wasser mittelst des (aus dickem Kupferdraht und nicht sehr vielen Windungen bestehenden) Multiplicators *M* und des eingeschobenen Zwischentrogs *B* geschlossen, der die Zinkplatten *a*, *a*, und entweder Wasser oder rauchende Schwefelsäure, oder verdünnte Schwefelsäure als Zwischenflüssigkeit enthielt. Der Abstand der Platten *a*, *a* war 14 Linien, die eintauchende Fläche 1,1 Quadr. Zoll. Das Maafs der Stromkräfte wurde stets nur durch die Anfangsoscillationen der senkrecht auf die Windungen gestellten Nadel unmittelbar nach der Schliefsung mittelst der, anderweit hinreichend von mir erör-

terten Methode genommen, und die Kette, zu möglichster Vermeidung der Wirkungsabnahme, dann sofort wieder. geöffnet; überdiefs vor jedem neuen Maafse nicht nur der Wirkungszustand der Zinkkupferkette durch längeres Herausziehen der Platten wieder hergestellt (vergl. über diesen Umstand meine Maafsbest. üb. die galvan. Kette), sondern auch die Zinkplatten *a*, *a* durch Abfeilen gereinigt. Wurde nun die Kraft des Stromes ohne Einschiebung des Zwischentrogs =1000 gesetzt, so war sie, bei Einschiebung des Zwischentrogs:

wenn d. Zwischentrog mit dest. Wass. gefüllt war		0,8275
- - - - -	rauchend. Schwefels.	64,685
- - - - -	verdünnt. Schwefels.	851,04.

Die letzte Kraft konnte wegen übergrofser Schnelligkeit der ersten Oscillationen nicht genau gemessen werden, und liegt vielleicht selbst der Kraft ohne Zwischentrog noch näher, als angegeben.

Zur Herstellung der verdünnten Schwefelsäure wurde nach ungefährem Augenmaafse 1 Vol. rauchende Schwefelsäure und 3 Vol. destillirtes Wasser genommen.

Bei Anwendung von Platinplatten statt Zinkplatten in dem Zwischentroge wurden, je nachdem dieser mit folgenden Flüssigkeiten gefüllt war, folgende relative Stromkräfte erhalten, wobei wiederum der Werth des Stromes ohne Zwischentrog =1000 zu Grunde liegt:

wenn d. Zwischentrog m. rect. Salpeters. gefüllt war		17,703
- - - - - - -	Salzsäure - -	2,5822
- - - - - -	Salpetersalzs. - -	338,34.

Die Salpetersäure war aus ungefähr gleichen Volumtheilen der einzelnen Säuren (deren spec. Gew. ich inzwischen nicht geprüft habe) zusammengesetzt. Merkwürdig war der Umstand, dafs in der Salpetersalzsäure die Wirkung nicht gleich anfangs nach der Schliefsung die bezeichnete, sondern beträchtlich schwächer war, aber sehr schnell bis zu der angegebenen Gröfse stieg, welches wiederholt beobachtet wurde; dagegen in dem Ver-

sich mit Zink, Schwefelsäure und Wasser gleich anfangs die bezeichnete Kraft stattfand. Die Veränderung, von welcher diese Zunahme abhing, war eine Wirkung der Schliefsung selbst, da sie auch dann sich zeigte, wenn die Platinplatte vor der Schliefsung schon einige Zeit in der Salpetersäure gestanden hatte, und sich bei neuen Schliefsungen nach dazwischen stattgefundener Oeffnung wiederholte. Inzwischen kann sie einer allmäligen Ladung der Platte, in sofern man darunter eine Aenderung der elektromotorischen Kraft versteht, nicht beigemessen werden, da hierdurch die Kraft der Kette nur hätte verringert werden können; wie denn auch wirklich die mit dem Kupfer metallisch communicirende Platinplatte nicht nur durch Entwicklung von Gasblasen in der Kette, sondern auch durch einen speciellen Versuch, indem sie, nach einiger Dauer der Zwischenschliefsung, für sich mit der anderen zur Kette geschlossen ward, sich negativ gegen diese zeigte. Mithin konnte der Grund der allmälig zunehmenden Wirkung wirklich nur in einer, hier allmälig eintretenden Widerstandsverminderung gesucht werden.

Der Versuch mit den Zinkplatten ist zwei Mal, der mit den Platinplatten drei Mal mit ganz analogen Ergebnissen an verschiedenen Tagen angestellt worden.

De la Rive behauptet übrigens, dafs Platin mit reinem Golde in reiner Salpetersäure geschlossen gar keinen, oder vielmehr einen schnell verschwindenden Strom, den er zufälligen Unreinigkeiten beimifst, erzeuge. Ich habe diesen Umstand eben so wenig als Marianini bestätigt finden können; ungeachtet ich 24-karätiges Gold und eine Salpetersäure, die sich, gehörig verdünnt, durch salpetersaures Silber nicht trübte, anwandte. Die Metalle waren durch Abreiben mit trocknem Rostpapier mit frischen Oberflächen versehen. (Behandeln mit Säuren, um die Reinigung zu bewirken, habe ich mit Fleifs unterlassen, weil hierdurch eigenthümliche

Oberflächenänderungen zu besorgen sind.) Der anfangs ziemlich lebhafte Ausschlag verminderte sich allerdings bald beträchtlich, blieb aber doch constant zu Gunsten der Positivität des Goldes. Allerdings wurde ein sehr empfindlicher Multiplicator von mehreren tausend Windungen dabei angewandt. Mit demselben habe ich auch eine nicht unbedeutende Wirkung zwischen Gold und Platin in rectificirter Salzsäure wahrgenommen, die dagegen mit einem Multiplicator aus einer mäfsigen Anzahl Windungen, aber aus viel dickerem Draht, kaum merklich war. Dafs in der That in diesem Fall, wo die Kette einen beträchtlichen Widerstand in sich schliefst, nur von einem Multiplicator mit *vielen* Windungen, wenn auch aus dünnem Draht, Wirkung zu erwarten ist, dafür dürften die Gründe aus der Ohm'schen Theorie bei uns zur Genüge bekannt seyn.

Mag es indefs auch seyn, dafs De la Rive unter den Umständen seines Versuches keine Wirkung einer Gold-Platin-Kette beobachtete, so würde er doch dieselbe zuverlässig beobachtet haben, wenn er diese Säure mit einem Ueberschusse salpetersauren Silbers versetzt hätte, wo in der That, der chemischen Theorie scheinbar entgegen, eben sowohl ein beträchtlicher Ausschlag erhalten wird, als wenn man Gold mit Platin in blofser salpetersauren Silberlösung schliefst. Inzwischen bin ich weit entfernt, diese Umstände mit gleicher Voreiligkeit gegen die chemische Theorie geltend zu machen, als man Erfahrungen scheinbar entgegengesetzter Art für dieselbe hat geltend machen wollen; denn es ist gewifs, dafs salpetersaure Silberlösung in der That einen modificirenden Einflufs auf die Oberflächen von Gold und Platin äufsert, wenn diefs gleich den gewöhnlichen Annahmen der Chemie widerstreitet. Nur bleibt ganz unentschieden, ob diese verändernde Einwirkung der Flüssigkeit auf die Metalle auch *Ursache* der Strömung ist.

Dafs wirklich salpetersaure Silberauflösung ändernd

auf Gold und Platin wirkt, ergiebt sich aus folgenden Umstande:

Sowohl in ziemlich concentrirter (1 Theil Salz gegen 8 Th. Wasser) als einigermaßen verdünnter salpetersaurer Silberauflösung, als auch endlich in Salpetersäure, welche mit einem Ueberschufs von salpetersaurer Silberauflösung versetzt ist, verhält sich Gold *negativ* gegen Platin; bei Anwendung einer sehr starken Verdünnung der salpetersauren Silberlösung aber erfolgt eine Umkehrung aus $\overset{-}{\text{Platin}}$ $\overset{+}{\text{Gold}}$ in $\overset{+}{\text{Platin}}$ $\overset{-}{\text{Gold}}$. Es giebt noch andere Beweise der erfolgten Aenderung des Platins in's Positive, die ich inzwischen hier übergehe. Ueberhaupt haben mich meine Versuche gelehrt, dafs selbst die edlen Metalle in Flüssigkeiten, durch die man sie gewöhnlich für unangreifbar hält, die auffallendsten elektrochemischen Veränderungen zu erfahren vermögend sind. Es würde jedoch zu weit führen, hier davon zu handeln.

Es erhellt wohl aus allem diesen, dafs bei dem jetzigen Stande der Wissenschaften Erfahrungen über die schwächere oder geringere galvanische Wirksamkeit der Ketten in Flüssigkeiten von scheinbar gröfserer oder geringerer chemischer Wirksamkeit überhaupt keine sicheren Schlüsse weder für noch gegen die chemische Theorie begründen können. Vor allem handelt es sich darum, dem Grunde der eigenthümlichen, nach dem gewöhnlichen chemischen Verhalten oft gar nicht zu erwartenden, Veränderungen auf die Spur zu kommen, welche die Metalle in Flüssigkeiten erfahren, bevor man ihr Verhalten in denselben zur Erörterung anderer Umstände benutzen kann.

4) Den folgenden Versuch habe ich schon vor längerer Zeit in Schweigg. Journ. Bd. LVII S. 9, gegen die chemische Theorie angeführt; daher ich mich der abermaligen Mittheilung desselben überheben würde, wenn er bisher von irgend einem Anhänger dieser Theorie be-

rücksichtigt worden wäre, was mich schliefsen läfst, dafs er wenig bekannt geworden ist. Gerade dieser, so höchst leicht zu wiederholende Versuch aber, den ich jährlich als Collegienversuch anstelle, scheint mir ein *Experimentum crucis* gegen die chemische Theorie zu seyn.

Man disponire in einem Trog- oder Becherapparate eine paare Anzahl Zink-Kupfer-Plattenpaare (ich wende deren gewöhnlich zehn an) zu einer nach dem Schema einer Säule zusammengesetzten Kette; aber so, dafs die eine Hälfte der Elemente einen entgegengesetzten Strom als die andere hervorzubringen strebt. Die Leitungsflüssigkeit sey Wasser. Ist alles in allen Zellen gleich, so werden beide entgegengesetzte Ströme sich in der Wirkung auf den schliefsenden Multiplicator compensiren und keinen Ausschlag hervorbringen. Zuweilen glückt es, das Gleichgewicht merklich genau zu treffen, und dann besteht diefs Gleichgewicht selbst noch fort, wenn man zu der Flüssigkeit in der einen Hälfte der Zellen eine beliebige Menge Salzsäure fügt, auch diese Zellen viel höher mit der verdünnten Säure anfüllt, als die, den entgegengesetzten Strom hervorbringenden Zellen mit Wasser angefüllt sind [1]). Allerdings entwickelt sich, unstreitig vermöge der verändernden Einwirkung der Salzsäure auf die Platten, allmälig ein Uebergewicht des einen Stroms, *aber nicht die Zellen mit der Säure, in welchen eine tumultuöse Gasentwicklung vor sich geht, sondern die Zellen mit dem Wasser erlangen dieses Uebergewicht.* Schliefst man dagegen jede Hälfte der Zellen für sich durch den Multiplicator, so wird er durch die Zellen mit der Säure eine stürmische, durch die mit dem Wasser blofs eine schwache Wirkung erfahren. Wie nun der Erfolg dieses Versuchs nach der chemischen Theorie zu erklären ist, sehe ich durchaus nicht

1) Fig. 8 Taf. III veranschaulicht diese Vorrichtung. *W* sind die mit reinem und *S* die mit gesäuertem Wasser gefüllten Zellen, *K* die Kupfer- und *Z* die Zinkplatten. *M* ist der Multiplicator.

ein. Nach der Contact-Theorie ist die Erklärung leicht. Nach dieser nämlich wirkt die Zufügung der Salzsäure verstärkend blofs durch Verminderung des in der Kette vorhandenen Leitungswiderstandes, und diese Verminderung kommt der Elektricität, welche sich durch Contact in den Zellen ohne Säure entwickelt, in ihrem Kreislaufe durch die ganze Kette eben so gut zu Statten, als der Elektricität der Plattenpaare, die sich unmittelbar in der säuren Flüssigkeit befinden. — Nicht immer glückt es, so homogene Plattenpaare zu treffen, dafs, wenn man anfangs alles für die Plattenpaare der einen und andern Seite gleich gemacht hat, doch Gleichgewicht bestehe. Meist wird schon vor Zufügung von Säure in die Zellen der einen Seite eine gewisse Seite, in welcher die Plattenpaare ein etwas stärkeres elektromotorisches Verhältnifs haben, ein, obschon bei übrigens gut getroffenen Vorsichten nur schwaches Uebergewicht haben. In diesem Falle kann man jedoch den Versuch eben so beweisend machen, indem man jetzt die Säure in die Reihe Zellen, welche sich als die schwächeren erweisen, zufügt. Nach der chemischen Theorie müfste sich jetzt der Ausschlag des Multiplicators schnell umkehren; statt dessen aber wächst er nach derselben Richtung, die er schon vorher hatte.

Noch will ich folgende, mit einer Messung verbundene Abänderung dieses Versuches beifügen:

Auf der einen Seite wurden fünf Plattenpaare Zink-Kupfer, auf der anderen fünf Plattenpaare Zink-Zinn in einem Becherapparate angeordnet. Die Gefäfse der ersten Seite wurden nur ein Drittheil so hoch als die der zweiten, jene mit blofsem Brunnenwasser, diese mit stark salzsaurem, eine lebhafte Gasentwicklung bedingendem, Wasser angefüllt. Die ersten fünf Plattenpaare, für sich zur Kette geschlossen, gaben einen Strom, der durch den Multiplicator mittelst der Anfangs-Oscillationen gemessen, =1,41 gefunden ward (wenn die Wirkung der Erde auf die Nadeln des Multiplicators

=1 gesetzt wird), die letzten für sich geschlossen, einen Strom, dessen Kraft, eben so gemessen, durch 44,7 ausgedrückt ward. Als nun beide Ketten zu einer einzigen mit entgegengesetzter Richtung der Strömung combinirt wurden, zeigte sich, dafs dennoch der Strom der Zinkkupferpaare das Uebergewicht hatte. Das Maafs des aus der Differenz resultirenden Stromes war 0,45.

5) Ungeachtet die Vermehrung der chemischen Wirkung bei gewöhnlicher, durch nicht zu schlechte Leiter geschlossener, Kette einen sehr auffallenden Einflufs zur Verstärkung ihrer Kraft äufsert, verliert sich doch dieser vortheilhafte Einflufs um so mehr, je gröfser der Widerstand des schliefsenden Leiters wird. So stieg z. B. die Stromkraft einer Kette bei Schliefsung mit verhältnifsmäfsig kurzem und dickem Draht durch Zufügung eines gewissen Quantums von Säure im Verhältnifs von 1 : 191. (Die Platten wurden vor Zufügung der Säure neu abgefeilt und die Kraft, wie das erste Mal, nur durch die Anfangs-Oscillationen gemessen.) Als derselbe Versuch unter sonst ganz gleichen Umständen, aber bei Schliefsung mit einem sehr langen und dünnen Draht, der ungefähr den 7000fachen Widerstand des vorigen äufserte, wiederholt ward, stieg die Kraft durch die gleiche Verstärkung der Flüssigkeit nur im Verhältnifs von 1 : 1$\frac{1}{3}$ (andere hieher gehörige Beispiele finden sich in meinen galvanischen Maafsbestimmungen). In der ganzen chemischen Theorie finde ich keinen Grund, warum das *Verhältnifs* des Kraftzuwachses nicht in beiden Fällen dasselbe seyn sollte. Für die Contact-Theorie, nach welcher durch Verstärkung der Flüssigkeit nicht die Menge der entwickelten Elektricität vermehrt, sondern nur ein Theil des in der Kette befindlichen Leitungswiderstandes vermindert wird, findet hier gar keine Schwierigkeit statt, da die Verminderung eines Theils des gesammten Leitungswiderstandes um so mehr an Einflufs zur Verstärkung der Kraft der Kette verlieren mufs, je

weniger er im Verhältnifs zum übrigen Theile des Widerstandes der Kette beträgt. Verlängert man nun den Schliefsungsdraht immer mehr, so kann man es zuletzt so weit bringen, dafs der Widerstand der Flüssigkeit gegen den seinigen merklich verschwindet.

III. Ueber die Elektricitätsentwicklung bei Berührung von Metallen mit Flüssigkeiten.

Es bleibt noch übrig, einige Versuche zu berücksichtigen, welche man wohl als gegen die Contact-Theorie sprechend angeführt hat, welche aber eigentlich blofs beweisen (vielleicht auch nur zu beweisen scheinen):

1) Dafs es nicht blofs der Contact der Metalle, oder überhaupt fester Körper unter einander ist, welcher der Elektricitätsentwicklung fähig ist.

2) Dafs die Elektricitätsentwicklung, welche die Flüssigkeiten, sey es durch ihre gegenseitige Berührung, sey es durch Berührung mit festen Körpern, bewirken, nicht schlechthin nach denselben Gesetzen erfolgt, als die durch Berührung fester Körper unter einander. Ersteres ist nur eine Verallgemeinerung der Contact-Theorie, die schon Volta gemacht hat; Letzteres ist kein Einwand gegen dieselbe, da wir nicht wissen, von welchem Einflusse der Aggregatzustand auf den überhaupt noch so dunkeln Procefs der Elektricitätsentwicklung ist. Gewifs lehren Erfahrungen unzweideutig, dafs entweder die Flüssigkeiten an sich nicht unter dasselbe Gesetz der galvanischen Spannungsreihe treten als die festen Körper, oder dafs, wenn es der Fall ist, secundäre Erfolge, die von der Beweglichkeit der Theilchen, Veränderungen der metallischen Oberflächen oder anderen Umständen abhängen, das Resultat modificiren. Letzteres ist meine Ansicht, die ich im Wesentlichen (obschon noch nicht mit der erforderlichen Berücksichtigung der Veränderung der Metalle) in Biot's Lehrbuch, Th. III S. 321, 372, auseinandergesetzt habe, und die ich mich bis

bis jetzt noch nicht bewogen gefunden habe zu verlassen. Namentlich scheinen mir die meisten der, von Faraday neuerdings bekannt gemachten, Thatsachen sich dadurch weit ansprechender, als nach seiner eigenen Ansicht repräsentiren zu lassen. Wie dem aber auch sey — denn ich will jene Ansicht Niemand aufdringen — so können jedenfalls Erfahrungen, wo wir Elektricität auch ohne Contact fester Körper, oder so, dafs dieser dabei einflufslos ist, entstehen, und hierbei die Flüssigkeiten eine andere Rolle spielen sehen, als feste Körper, keine Gegenbeweise gegen die Contact-Theorie selbst abgeben. Aus diesem Gesichtspunkte wird denn auch folgender Versuch De la Rive's zu betrachten seyn, den ich mit meinen eigenen Erfahrungen darüber anführen will. Er findet sich in Schweigg. Journal, Bd. LIX 494 (aus der *Bibl. univ.*), und mit einiger Abänderung in den *Recherches*, *p.* 62, angeführt.

»An jedes Ende eines Holzcylinders von 10 bis 12 Centimetern Länge und 1 oder 2 Centimetern im Durchmesser befestigte ich eine Zinkplatte, die sich nach aufsen in einen angelötheten Messingknopf endigte; indem ich nun den Messingknopf der einen Platte in die Hand nahm, berührte ich den (gleichfalls messingenen) Condensator mit dem Knopfe der andern. Der Contact-Theorie gemäfs durfte ich kein Zeichen elektrischer Thätigkeit hierbei erhalten, indem die beiden Zink-Messing-Platten einander gegenüber lagen und durch ein isolirtes Holzstück vereinigt waren, welches die Dienste eines Leiters zwischen beiden Platten versah. Weil indessen das eine Ende des Holzcylinders etwas feuchter war, als das andere, so erhielt ich Zeichen von Elektricität, deren Natur jederzeit im Verhältnisse stand mit der chemischen Wirkung, welche durch die Berührung des sorgfältig blank geschabten Zinks mit dem feuchten Holz erregt wurde. Diese Zeichen von Elektricität wa-

ren negativ [1]), wenn ich den Messingknopf derjenigen Zinkplatte zwischen den Fingern hielt, deren anderes Ende in dem minder feuchten Theile des Holzes befestigt war. Zum Gelingen dieses Versuches ist nöthig, dafs das Holz etwas feucht sey; die Feuchtigkeit, welche es aus der Luft anzieht, ist vollkommen hinreichend; auch mufs man Sorge tragen, dafs das eine Ende des Holzes trockner erhalten werde, als das andere.«

Man hat den reinen Erfolg vorstehenden, gewifs interessanten, Versuches bezweifelt; er ist aber richtig, wie ich mich durch öftere sorgfältige Wiederholung desselben unter folgender leichteren Form überzeugt habe.

Auf die Zinkfläche einer zusammengelötheten Zink-Kupfer-Platte wurden drei bis vier gleich grofse oder etwas gröfsere Blätter von lufttrocknem Schreibpapier gelegt, das oberste mit destillirtem Wasser befeuchtet, und auf dieses oberste eine zweite zusammengelöthete Zink-Kupfer-Platte mit der Zinkfläche aufgelegt; so dafs ein System von nachstehender Folge entstand: Kupfer, Zink, trocknes Papier, feuchtes Papier, Zink, Kupfer (wie in Fig. 9 Taf. III durch die Buchstaben *K*, *Z*, *f*, *t*, *Z*, *K* angegeben ist). Zink und Kupfer waren ganz blank gefeilt, und ich hatte mich überzeugt, dafs, wenn ich das angegebene System, aber mit Weglassung des feuchten Papiers, am kupfernen Condensator prüfte, keine Elektricitätsentwicklung nachweisbar war. Wenn ich nun aber obiges System mit dem eingeschobenen feuchten Papier so an dem Condensator anbrachte, dafs die dem feuchten Papier anliegende Doppelplatte damit in Verbindung kam, während die andere Doppelplatte mittelst des lufttrocknen oder mit destillirtem Wasser genetzten Fingers mit dem Erdboden in Verbindung stand, so wurde, in Uebereinstimmung mit De la Rive, ein ne-

1) In Schweigg. Journ. steht zwar *positiv*, diefs mufs indefs theils nach der Angabe in den *Recherches*, theils nach meinen eigenen Versuchen ein Versehen seyn.

gativer Ausschlag erhalten, ein positiver dagegen bei Umkehrung des Systems. Dasselbe fand statt, wenn statt destillirten Wassers salpetersaures Wasser zur Befeuchtung diente.

Diese Versuche habe ich noch in folgender Weise abgeändert und vereinfacht. Zwischen zwei Zinkplatten ohne Kupfer wurden mehrere Lagen lufttrocknen Schreibpapiers gebracht, und die eine Gränzlage, an welcher die eine Zinkplatte anlag, wiederum mit destillirtem oder salpetersaurem Wasser befeuchtet. Es wurde nun bald die an trockner, bald die am feuchten Papier anliegende Zinkplatte mit einem Condensator von Zink in Verbindung gesetzt. Noch einfacher läfst sich der vorige Versuch in folgender Form anstellen: Man umwickelt ein Zinkstäbchen an einem Ende mit lufttrocknem Fliefspapier, am anderen mit Fliefspapier, was mit Brunnenwasser oder mit destillirtem Wasser genäfst ist. Je nachdem nun das trockne oder feuchte Papier am (messingenen) Condensator entladen wird, während man zugleich das andere Papier mit den Fingern fafst, erhält man einen negativen oder positiven Ausschlag. Die Entladung geschah in beiden Fällen von mir an einem, mit destillirtem Wasser befeuchteten Blättchen Papier, was auf die untere Condensatorplatte applicirt war, während zugleich ein anderes, die obere Condensatorplatte bedeckendes Blättchen feuchten Papiers mit den Fingern berührt ward, um in Betreff des Condensators Alles an beiden Seiten gleich zu machen. Die einfachste Form des Versuchs möchte inzwischen die seyn, dafs man eine Zink - Condensatorplatte unmittelbar mit dem feuchten Finger berührt, was, wie auch schon Andere bemerkt haben, hinreicht, einen negativen Ausschlag zu bewirken. Ich sage nicht, dafs dieser Versuch im Sinne der Contact-Theorie bis jetzt erklärt ist; aber eben so wenig dürfte Jemand einen Beweis für die chemische Theorie darin finden können. Uebrigens läfst sich derselbe mit

anderen, viel weiter greifenden Versuchen in Beziehung setzen, welche wenigstens eine theilweise Aufklärung desselben versprechen, wovon ich jedoch hier nicht handeln will.

II. *Interferenzphänomen.*

Vor einigen Jahren hat Hr. Necker die auffallende Erscheinung beschrieben (Ann. Bd. XXVII S. 497), dafs ein Beobachter, der sich kurz vor Sonnenaufgang im Schatten eines mit Baumwerk bedeckten Hügels befindet, nahe an der Gränze dieses Schattens, die Zweige und Blätter dieses Baumwerks nicht dunkel und opak auf den Himmel projicirt erblicke, sondern im Gegentheil silberweifs und glänzend, wie wenn die ganze Vegetation aus dem allerschönsten matten Silber gearbeitet wäre.

Bei der Seltenheit eines heiteren Sonnenaufgangs in unseren Klimaten verdient die Bemerkung wohl einige Beachtung, dafs man die eben genannte Erscheinung, ihrer Wesentlichkeit nach, jederzeit im Zimmer, ganz nach Belieben, hervorrufen kann. Man beobachtet sie nämlich in jedem Barometer, das mit Mikroskopen zur Ablesung versehen ist, an dem Fadenkreuze dieser Mikroskope, sobald die Fäden desselben hinreichend dünn sind, der erleuchtete Theil der Quecksilberkuppe hinter dieselben gestellt ist, und das Auge in schiefer Richtung, entweder von oben, von unten oder von der Seite her, in das Mikroskop blickt. Man trifft dann leicht die Stellung, wo die Fäden, welche sich bei geradem Hineinsehen kohlenschwarz auf die Quecksilberfläche projiciren, im strengsten Gegensatz dazu silberweifs und leuchtend erscheinen. Bei einigem Nachdenken wird man finden, dafs die Umstände hier ganz denen in der Natur analog sind, und daher auch auf sie die von Hrn. Babinet gegebene Erklärung (Ann. Bd. XXXXI S. 137) ihre Anwendung findet. (*P.*)

III. *Ueber das Verhalten des Chlors zu Schwefelmetallen, und über eine, der schweflichten Säure entsprechende Chlorverbindung des Schwefels; von Heinrich Rose.*

Chlor und Schwefelzinn.

Vor längerer Zeit machte ich die Bemerkung, dafs man krystallisirte Verbindungen von Zinnchlorid und von Titanchlorid mit Chlorschwefel erhalten könne, wenn man diese Substanzen vorsichtig zusammenmengt und in wohl verschlossenen Flaschen längere Zeit in der Kälte stehen läfst. Diese im Winter gebildeten Krystalle werden während des Sommers wieder flüssig [1]).

Es schien mir von Wichtigkeit zu seyn, die Zusammensetzung dieser krystallisirten Verbindungen genau kennen zu lernen, um zu sehen, in welchem Verhältnisse in ihnen das Chlor mit dem Schwefel im Chlorschwefel enthalten sey. Ich hatte früher mehrere Versuche angestellt, um eine höhere Chlorstufe des Schwefels auf die Weise zu bilden, dafs ich durch Chlorschwefel, welcher vermittelst Destillation vom überschüssigen Schwefel gereinigt worden, Chlorgas lange Zeit hindurch strömen liefs. Aber obgleich eine grofse Menge von Chlorgas absorbirt wurde, so gelang es mir nicht, eine immer gleich zusammengesetzte Verbindung darzustellen [2]). Wenn daher eine höhere Chlorstufe des Schwefels existiren sollte, so ist es schwer, sie in isolirter Form zu erhalten. Es schien mir indessen wahrscheinlich, dafs sie in Vereinigung mit anderen Chlorverbindungen dar-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XVI S. 67.

2) Ebend. Bd. XXVII S. 107.

gestellt werden könne, und aus diesem Grunde untersuchte ich jene krystallisirten Verbindungen näher.

Diese Verbindungen, auf die oben erwähnte Art erhalten, können indessen unmöglich zu diesen Untersuchungen dienen, da sie schwer vom überschüssigen anhängenden Chlorschwefel zu trennen sind, und wegen ihrer äufserst leichten Zersetzbarkeit nicht beim Zutritt der atmosphärischen Luft behandelt werden können. Ich fand indessen, dafs die Verbindung des Chlorschwefels mit dem Zinnchlorid sich sehr leicht auf die Weise im gut krystallisirten Zustande bildet, wenn man Chlorgas über Schwefelzinn im Max. von Schwefel (Musivgold, SnS^2) leitet, ohne dasselbe zu erwärmen. Das Schwefelmetall zerfliefst erst zu einer braungelben Flüssigkeit, und durch mehr hinzugefügtes Chlorgas bilden sich schöne gelbe Krystalle, zu welchen die ganze Flüssigkeit erstarrt. Ich habe diese sehr leicht im reinen Zustand erhalten, geschieden von allen Unreinigkeiten, die sich im Zinnsulfid befinden konnten, auf die Weise, dafs ich mich eines Apparates bediente, der aus einer gläsernen Kugel bestand, in welcher das Zinnsulfid sich befand, die an eine Röhre gelöthet war, welche einen ziemlich grofsen Durchmesser hatte, und an beiden Seiten zu sehr verengert wurde. Sie war dazu bestimmt, die krystallisirte Chlorverbindung aufzunehmen. Mit einer ihrer verengten Mündungen hing sie mit der, das Schwefelmetall enthaltenden Kugel zusammen, und diese wurde mit einem Apparate verbunden, aus dem Chlorgas entwickelt wurde, das durch Chlorcalcium sich trocknete, ehe es mit dem Schwefelmetall in Berührung kam. Auch die andere verengte Mündung der Glasröhre wurde mit einer kleinen, mit Chlorcalcium angefüllten Röhre in Verbindung gebracht, damit keine Spur von Feuchtigkeit aus der Luft in die Glasröhre zu der gebildeten Substanz dringen konnte. — Durch eine geringe Hitze, vermittelst einer kleinen Spirituslampe, wurde, wenn das

Zinnsulfid in die zu untersuchende Verbindung sich verwandelt hatte, diese in die Glasröhre getrieben. Nach Beendigung der Operation wurde ein Strom von trockner Luft über die erhaltene Verbindung geleitet, um das freie Chlorgas zu vertreiben, und darauf die Glasröhre an beiden Seiten bei ihren verengerten Mündungen zugeschmolzen.

Die entstandene Substanz bildet sehr deutliche Krystalle, oft von nicht unbedeutender Gröfse, von gelber Farbe, deren Form aus dem Grunde nicht bestimmt werden konnte, weil man sie nur durch's Glas der Röhre betrachten und untersuchen kann, in welcher man sie aufbewahrt. Ich enthalte mich daher jeder Beschreibung der Krystallform, weil man bei Bestimmung derselben sich zu sehr täuschen kann.

An der Luft stofsen die Krystalle einen sehr starken weifsen Dampf aus, stärker als Zinnchlorid allein. Sie ziehen äufserst leicht Feuchtigkeit an und zerfliefsen. Bringt man sie in Wasser, so geben sie eine milchichttrübe Auflösung durch sich ausscheidenden Schwefel. Sie röthet Lackmuspapier, riecht aber nicht unmittelbar nach ihrer Bildung nach schweflichter Säure, wohl aber nach kurzer Zeit. Leitet man durch die Auflösung Schwefelwasserstoffgas, so erhält man einen gelben Niederschlag von Zinnsulfid; die davon getrennte Flüssigkeit giebt mit Chlorbaryum einen Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde. Wird die Auflösung gekocht, so trübt sie sich durch sich ausscheidendes Zinnoxyd, das auflöslich in Chlorwasserstoffsäure ist.

Wird die trübe Auflösung mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd vermischt, so entsteht ein dikker, käsiger Niederschlag von Chlorsilber. Dieser ist im Anfange ganz weifs, bräunt sich aber nach kurzer Zeit von selbst, und wird endlich, besonders leicht, durch's Erhitzen schwarz, doch nicht vollkommen, weil er mit einer grofsen Menge von weifsem Chlorsilber gemengt

ist. Diefs Verhalten beweist offenbar, dafs die Auflösung unterschweflichte Säure enthält, welche diese Zersetzung hervorbringt.

Diese Versuche zeigen, dafs in der krystallisirten Verbindung das Zinn als Zinnchlorid enthalten sey, weil die Auflösung mit Schwefelwasserstoffgas gelbes Zinnsulfid bildet; sie zeigen ferner, dafs der Chlorschwefel, welcher mit dem Zinnchlorid in der Substanz verbunden ist, bei seiner Auflösung in Wasser in Chlorwasserstoffsäure, in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zerfällt.

Dafs in der krystallisirten Verbindung das Zinn mit dem Schwefel noch in demselben Verhältnisse enthalten ist, wie im Zinnsulfid, und dafs keine Chlorverbindung des Schwefels bei der Bildung entwichen ist, zeigt folgender Versuch. Es wurde schwarzes, gepulvertes, krystallinisches Zinnsulfuret, SnS, in demselben Apparate in der Kälte einem Strom von Chlorgas ausgesetzt, wie das Zinnsulfid. Es zeigten sich im Anfange dieselben Erscheinungen, wie bei der Behandlung des Zinnsulfids mit Chlorgas. Das Schwefelmetall wurde leicht durch das Gas angegriffen, und zerflofs zu einer braungelben Flüssigkeit, aus welcher sich nach und nach die gelbe krystallisirte Verbindung absetzte. Während aber bei der Behandlung des Zinnsulfids, SnS^2, die gebildete braune Flüssigkeit durch mehr hinzugeleitetes Chlorgas vollständig in gelbe Krystalle sich verwandelt, blieb, nach langer Behandlung des Zinnsulfurets mit Chlorgas, über diesen Krystallen eine farblose Flüssigkeit schwimmen, die sich durch ferneres Durchleiten von Chlorgas nicht mehr veränderte. Es bestand diese aus reinem Zinnchlorid, $SnCl^2$, das sich im Wasser ganz klar auflöste, und dessen Auflösung die salpetersaure Silberoxydauflösung vollkommen weifs fällte.

Wird die krystallisirte gelbe Verbindung in etwas verdünnte Salpetersäure so gebracht, dafs dieselbe nur nach und nach auf jene wirken kann, so löst sie sich

in der Kälte ganz vollständig, unterEntwicklung von pomeranzengelben Dämpfen von salpetrichter Säure, darin auf, und es scheidet sich nicht eine Spur von Zinnoxyd aus; der Schwefel wird vollständig zu Schwefelsäure oxydirt, und die Auflösung enthält, aufser Chlorwasserstoffsäure, keine Spur von unterschweflichter oder schweflichter Säure, und salpetersaure Silberoxydauflösung bildet darin einen rein weifsen Niederschlag. Ist die angewandte Salpetersäure zu verdünnt, so bleibt eine Spur von Schwefel unaufgelöst. — Wenn man rauchende Salpetersäure zur Oxydation der Verbindung anwendet, so bildet sich eine dicke, weifse Masse, die sich aber durch hinzugefügtes Wasser vollständig auflöst, ohne dafs Zinnoxyd abgeschieden wird.

Dieses Verhalten der krystallisirten Substanz zur Salpetersäure giebt eine gute Methode ab, dieselbe zu analysiren. Die an beiden Seiten zugeschmolzene Glasröhre, welche die Verbindung enthielt, wurde an einer Mündung geöffnet, schnell gewogen, und mit der offenen Spitze in einem grofsen zu verschliefsenden Glase in verdünnte Salpetersäure gebracht. Sehr langsam stieg die Säure in die Röhre, indem sie die Substanz auflöste. Nach vollständiger Auflösung wurde die Röhre gereinigt und gewogen, wodurch das Gewicht der zur Untersuchung angewandten Verbindung sich ergab.

Durch die mit Wasser verdünnte Auflösung wurde ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet; das gefällte gelbe Zinnsulfid liefs man sich vollständig setzen, und es mit der Flüssigkeit längere Zeit stehen, ehe es filtrirt wurde. Es wurde darauf in einem offenen Platintiegel beim Zutritt der Luft zuerst so lange sehr gelinde erhitzt, als sich schweflichte Säure entwickelte, und dann erst bis zum Glühen gebracht. Erhitzt man das Zinnsulfid plötzlich stark, so entweicht die Hälfte des Schwefels, und es verwandelt sich in schwarzes Zinnsulfuret, das leicht schmilzt, den Platintiegel dabei stark an-

greift und im geschmolzenen Zustande sich sehr schwer in Zinnoxyd verwandelt, was aber vollständig geschieht, wenn die Röstung vorsichtig äufserst langsam, und bei einer Temperatur stattfindet, bei welcher das Zinnsulfuret nicht schmelzen kann. Man begeht übrigens keinen Fehler, wenn nicht alles Zinnsulfuret in Zinnoxyd verwandelt worden ist und eine Mengung von beiden als Zinnoxyd berechnet wird, da Zinnsulfuret und Zinnoxyd ein fast ganz gleiches Atomengewicht besitzen. Es ist aber dann nöthig, dafs alle gebildete Schwefelsäure aus dem Zinnoxyde entfernt ist. — Auf das erhaltene Zinnoxyd wurden zuletzt Stückchen von kohlensaurem Ammoniak gelegt, und der Tiegel nochmals zum starken Glühen gebracht, um hierdurch die letzten Spuren von Schwefelsäure vom Zinnoxyd zu verjagen.

Aus der vom Zinnsulfid abfiltrirten Flüssigkeit wurden die noch darin enthaltenen Spuren von Schwefelwasserstoff vermittelst einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd entfernt, und nach Entfernung des Schwefelkupfers vermittelst salpetersaurer Silberoxydauflösung Chlorsilber gefällt.

Der Schwefel wurde in der salpetersauren Auflösung einer anderen Menge der Verbindung unmittelbar als Schwefelsäure vermittelst einer Auflösung von Chlorbaryum bestimmt.

In drei Versuchen erhielt ich folgende Resultate:

	Menge der angewandten Verbindung.	Menge des erhaltenen Zinnoxyds.	Menge des erhaltenen Chlorsilbers.
I.	1,666 Grm.	0,407 Grm.	4,672 Grm.
II.	2,456 -	0,610 -	6,778 -
III.	1,479 -	0,390 -	4,029 -

Hieraus ergiebt sich folgende procentische Zusammensetzung der Verbindung:

	I.	II.	III.
Zinn	19,21	19,52	20,73
Chlor	69,18	68,18	67,20
Schwefel als Verlust	11,61	12,30	12,07
	100,00	100,00	100,00.

Bei einem vierten Versuche erhielt ich von 0,857 Grm. der Verbindung, welche in rauchender Salpetersäure aufgelöst wurde, 0,707 Grm. schwefelsaure Baryterde oder 11,38 Procent Schwefel.

Die Verbindung hat, als eine deutlich krystallisirte, immer eine bestimmte Zusammensetzung. Die nicht völlige Uebereinstimmung in den Resultaten der Analysen hat ihren Grund in der Analyse selbst. Bei der Oxydation der Verbindung durch Salpetersäure ist es nicht zu vermeiden, dafs etwas freies Chlor als Gas entweicht. Der Chlorgehalt ist daher in allen Analysen ein wenig zu niedrig, besonders bei denen, wo eine nicht zu verdünnte Salpetersäure angewandt wurde, was bei der zweiten, und besonders bei der dritten Analyse geschah. Bei der dritten Analyse ist ferner der Zinngehalt zu hoch ausgefallen, weil beim Glühen des Zinnoxyds die Anwendung des kohlensauren Ammoniaks unterlassen wurde.

Die Resultate der Analysen indessen stimmen hinreichend mit der berechneten Zusammensetzung einer Verbindung, welche aus 1 Atom Zinn, 12 Atomen Chlor und 2 Atomen Schwefel besteht. Diese würde im Hundert enthalten:

1 At. Zinn	19,38
12 At. Chlor	70,01
2 At. Schwefel	10,61
	100,00.

Da i der Verbindung das Zinn als Zinnchlorid enthalten ist, weil nach der Zersetzung mit Wasser durch

Schwefelwasserstoffgas gelbes Zinnsulfid entsteht, so ist der Schwefel mit so viel Chlor verbunden, dafs er eine neue, noch nicht dargestellte Chlorverbindung bildet, welche der schweflichten Säure entspricht. Die Zusammensetzung der Verbindung kann daher durch folgende Formel ausgedrückt werden: $SnCl^2 + 2SCl^2$. Die neue Chlorverbindung des Schwefels, welche im Hundert zusammengetzt ist aus:

Schwefel	18,52
Chlor	81,48
	100,00

enthält in der Verbindung doppelt so viel Chlor als das Zinnchlorid.

Es war nicht möglich, in der Verbindung von Zinn- und Schwefelchlorid letzteres in eine noch höhere Chlorstufe auf die Weise zu verwandeln, dafs ich durch gelinde Hitze sie in eine sehr geräumige, mit Chlorgas angefüllte Flasche trieb, und diese darauf luftdicht verschlofs. Ich habe sie länger als zwei Jahre darin aufbewahrt, und sie von Zeit zu Zeit vorsichtig erwärmt. Die Krystalle konnten von einer Wand des Gefäfses zur anderen sublimirt werden, ohne sich im Mindesten zu verändern.

Diese höhere Chlorstufe des Schwefels scheint nicht in isolirter Form dargestellt werden zu können, sondern nur in Verbindung mit einigen Chlormetallen, vorzüglich mit Zinnchlorid. Mischt man daher Chlorschwefel, $Cl+S$, mit Zinnchlorid, wie ich es früher gethan habe, so entsteht die krystallisirte Verbindung auf die Weise, dafs ein Theil des Chlorschwefels aus einem anderen Theile desselben $\frac{3}{4}$ von dessen Schwefel aufnimmt, so dafs dieser Theil sich in Schwefelchlorid, SCl^4, verwandeln kann, das sich mit dem Zinnchlorid verbindet. Es ist bekannt, dafs Chlorschwefel jede Menge von Schwefel aufzulösen vermag.

Die wichtigste Eigenschaft der neuen Chlorverbindung des Schwefels ist, dafs sie nicht, wie man aus der Zusammensetzung derselben vermuthen sollte, bei der Behandlung mit Wasser in schweflichte Säure und in Chlorwasserstoffsäure zerfällt. Ich habe schon oben angeführt, dafs in der Auflösung der Verbindung in Wasser Zinnchlorid enthalten ist, aber aufser demselben Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und unterschweflichte Säure. Letztere Säure fängt aber sehr bald nach der Behandlung mit Wasser auf die bekannte Weise sich zu zersetzen an; die Auflösung wird trübe durch sich ausscheidenden Schwefel, und es zeigt sich sehr bald ein Geruch nach schweflichter Säure.

Diese Eigenschaft des Schwefelchlorids, SCl^4, durch Wasser in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zu zerfallen, ist ganz analog dem Verhalten der schweflichten Säure im wasserfreien schweflichtsauren Ammoniak, welche durch Wasser, wie das ihr entsprechend zusammengesetzte Schwefelchlorid, ebenfalls in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zerfällt [1]).

Wird das Zinn-Schwefelchlorid mit trocknem Ammoniakgas in Berührung gebracht, so findet eine sehr starke Einwirkung statt, und es entsteht eine sehr starke Erwärmung. Man erhält eine gelbbraune Masse, nicht unähnlich dem Chlorschwefelammoniak [2]). Wird diese mit Wasser behandelt, so bleibt eine flockige, weifse Masse ungelöst; die filtrirte Auflösung bläut nicht das Lackmuspapier, wenn auch das Ammoniakgas im Ueberschufs angewandt worden war, sondern fängt sogar nach einiger Zeit an dasselbe zu röthen. Sie enthält keine Spur von Zinnoxyd aufgelöst, dasselbe bleibt, mit Schwefel gemengt, unaufgelöst bei der Auflösung im Wasser, und ist vollständig durch's Ammoniak abgeschieden worden.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIII S. 235.

2) Ebend. Bd. XXIV S. 306.

Die wäfsrige Auflösung wird schon in der Kälte durch Auflösungen von Chlorbaryum und Chlorstrontium gefällt, und mit einer salpetersauren Silberoxydauflösung bringt sie, aufser dafs dadurch Chlorsilber gefällt wird, alle Erscheinungen wie die Auflösung eines unterschweflichtsauren Alkalis hervor. Die wäfsrige Auflösung enthält daher schwefelsaures, unterschweflichtsaures und Chlorwasserstoff-Ammoniak.

Dieses Verhalten der mit Ammoniak gesättigten Verbindung ist in gewisser Hinsicht bemerkenswerth. Sie enthält keine Mengung von Zinnchlorid-Ammoniak und Schwefelchlorid-Ammoniak, denn das Zinnchlorid-Ammoniak ist im Wasser auflöslich, und aus dieser Auflösung wird durch mehr Ammoniak das Zinnoxyd nicht gefällt [1]), das überhaupt aus seinen Auflösungen durch Ammoniak nicht vollständig abgeschieden werden kann.

Wird das Zinn-Schwefelchlorid hingegen mit wäfsrigem Ammoniak behandelt, so sind die Erscheinungen etwas anderes. Es wird dadurch ebenfalls eine Mengung von Schwefel und Zinnoxyd ausgeschieden, aber die Auflösung enthält noch viel Zinnoxyd, das nach einem Zusatze einer Säure durch Schwefelwasserstoffgas als Zinnsulfid abgeschieden werden kann. Sie enthält ferner noch schwefelsaures, unterschweflichtsaures und Chlorwasserstoff-Ammoniak.

Ich habe mich auch des wäfsrigen Ammoniaks bedient, um das Zinn-Schwefelchlorid quantitativ zu analysiren; aber obgleich die Resultate der Analysen sich sehr den oben angeführten nähern, so konnten sie aus mehreren Ursachen nicht vollkommen genau seyn. Das durch Ammoniak abgeschiedene Zinnoxyd enthielt noch eine kleine Menge Chlor; aber die gröfste Menge desselben in einer Auflösung zu bestimmen, welche zugleich unterschweflichtsaures Ammoniak enthält, ist mit vielen

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XVI S. 64.

Schwierigkeiten und dessen ungeachtet mit Verlust verbunden.

Chlor und Schwefeltitan.

Durch Zusammenmischen von Titanchlorid und Chlorschwefel erhielt ich früher, wie durch Zinnchlorid und Chlorschwefel, Krystalle [1]) von hellgelblicher Farbe, die aus einem oben angeführten Grunde nicht näher untersucht werden konnten. Ich habe indessen auch schon vor längerer Zeit bemerkt, dafs, wenn man Chlorgas über Schwefeltitan leitet, man eine flüchtige, feste, gelbe Verbindung von Chlorschwefel und Titanchlorid erhält [2]).

Bei der Behandlung des Schwefeltitans durch Chlorgas erhält man, wie beim Schwefelzinn, zuerst eine gelbe Flüssigkeit, welche indessen durch mehr hinzugeleitetes Chlorgas und durch's Erkalten vollständig zu einem festen hellgelben Körper erstarrt. Dieser bildet aber nicht, wie bei der entsprechenden Zinnverbindung, deutliche Krystalle, sondern nur eine pelzartige Masse, in welcher keine krystallinische Structur entdeckt werden kann. An der Luft stöfst sie einen starken weifsen Dampf aus, zieht sehr schnell Feuchtigkeit aus derselben an, zerfliefst und zersetzt sich äufserst leicht. Mit Wasser verhält sie, sich ganz ähnlich wie die Zinnverbindung. In der wäfsrigen Auflösung findet man nämlich Titansäure, Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und unterschweflichte Säure. Auch gegen Salpetersäure hat sie ein gleiches Verhalten. Sie löst sich in etwas verdünnter Salpetersäure, unter Entwicklung von pomeranzengelben Dämpfen, ganz vollständig auf. Die Auflösung enthält keine unterschweflichte Säure, sondern nur Schwefelsäure, Titansäure und Chlorwasserstoffsäure. Von rauchender Salpetersäure wird sie, wie das Zinn-Schwefel-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XVI S. 67.

2) Ebend. Bd. XV S. 145.

chlorid, in eine dicke weifse Masse verwandelt, die sich aber, ohne Abscheidung von Titansäure, vollständig durch hinzugefügtes Wasser auflöst.

Die Verbindung wurde durch dieselben Handgriffe wie die Zinnverbindung im reinen Zustand erhalten, um zur quantitativen Untersuchung angewandt werden zu können. Diese war in sofern weit leichter, als die Titansäure vollkommen durch Ammoniak gefällt werden kann, was bekanntlich beim Zinnoxyd nicht der Fall ist. Es konnten daher in der salpetersauren Auflösung alle drei Bestandtheile der Verbindung bestimmt werden, was bei der Auflösung des Zinn-Schwefelchlorids nicht gut möglich war, in dessen schwefelsaurer Auflösung das Zinnoxyd durch Schwefelwasserstoffgas gefällt werden mufste, wodurch eine genaue Bestimmung der Schwefelsäure schwerer möglich wurde.

Zur quantitativen Analyse wurde die Verbindung auf dieselbe Weise wie das Zinn-Schwefelchlorid in verdünnter Salpetersäure aufgelöst. Aus der Auflösung wurde durch Ammoniak die Titansäure gefällt. Die davon getrennte Flüssigkeit wurde durch Salpetersäure sauer gemacht, durch salpetersaure Silberoxydauflösung Chlorsilber gefällt, die abfiltrirte Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure, zur Abscheidung des überschüssig hinzugesetzten Silberoxyds, versetzt, und sodann durch eine Auflösung von Chlorbaryum schwefelsaure Baryterde niedergeschlagen.

Auf diese Weise habe ich vier Analysen von vier Quantitäten der Titanverbindung angestellt, welche zu verschiedenen Zeiten bereitet worden waren. Die Resultate derselben gaben indessen nicht die übereinstimmenden Resultate, wie die der Analysen des Zinn-Schwefelchlorids.

I. 1,5095 Grm. der Verbindung gaben 0,390 Grm. Titansäure und 0,993 Grm. schwefelsaure Baryterde. Die Verbindung war bei diesem Versuch mit rauchender Salpe-

petersäure behandelt worden; daher wurde die Bestimmung des Chlorgehalts unterlassen.

II. 1,452 Grm. gaben 0,427 Grm. Titansäure, 0,656 Grm. schwefelsaure Baryterde und 4,491 Grm. Chlorsilber.

III. 0,959 Grm. gaben 0,332 Grm. Titansäure, 0,257 Grm. schwefelsaure Baryterde und 2,938 Grm. Chlorsilber.

IV. 1,775 Grm. gaben 0,576 Grm. Titansäure, 0,525 Grm. schwefelsaure Baryterde und 5,563 Grm. Chlorsilber.

Aus diesen Versuchen ergeben sich folgende Zusammensetzungen der zu verschiedenen Zeiten bereiteten Verbindung im Hundert:

	I.	II.	III.	IV.
Titan	15,58	17,73	20,87	19,56
Schwefel	9,08	6,23	3,70	4,08
Chlor	75,34 (1)	76,31	75,58	77,31
	100,00	100,27	100,15	100,95.

Aus diesen Resultaten folgt offenbar, dafs die Verbindung immer verschieden zusammengesetzt bei jeder Bereitung erhalten wird. Denn der Mangel an Uebereinstimmung kann nicht durch den Gang der Untersuchung entspringen, welcher einfach ist; auch geben die verschiedenen Analysen keinen Verlust, sondern gerade nur einen so kleinen Ueberschufs, als man, bei gehöriger Vorsicht und Genauigkeit, immer bei der Analyse ähnlicher Substanzen erhält. Die Bereitung der Verbindung, die zu den verschiedenen Analysen angewandt wurde, war fast immer die nämliche; nur die zur dritten Analyse angewandte war in sofern von den andern verschieden bereitet worden, als sie mehrmals in einem Strome von Chlorgas von Neuem sublimirt worden war, und mit dem Chlorgase lange in Berührung blieb.

1) Als Verlust bestimmt.

Die berechnete Zusammensetzung einer Verbindung, welche dem Zinn-Schwefelchlorid analog zusammengesetzt ist, und der Formel $Ti\text{€}l^2 + 2S\text{€}l^2$ entspricht, ist folgende:

Titan	9,03
Schwefel	11,97
Chlor	79,00
	100,00.

Nimmt man an, dafs das Titan als Chlorid in der Verbindung enthalten ist, so nehmen die verschiedenen Mengen dieses Metalles, welche in den vier oben angeführten Analysen erhalten wurden, folgende Mengen von Chlor auf:

	I.	II.	III.	IV.
Titan	15,58	17,73	20,87	19,56
Chlor	45,52	51,69	60,84	57,02.

Der Schwefel ist dann in den vier untersuchten Quantitäten mit folgenden Mengen Chlor verbunden:

	I.	II.	III.	IV.
Schwefel	9,08	6,23	3,70	4,08
Chlor	29,92	24,62	14,74	20,29.

Diese Verbindungen des Schwefels mit Chlor würden folgende Zusammensetzungen im Hundert haben:

	I.	II.	III.	IV.
Schwefel	23,28	20,19	20,07	16,74
Chlor	76,72	79,81	79,93	83,26
	100,00	100,00	100,00	100,00.

Vergleicht man diese Zusammensetzung mit der des Schwefelchlorids $S\text{€}l^2$, welche im Hundert aus:

Schwefel	18,52
Chlor	81,48
	100,00

besteht, so findet man, dafs in den drei ersten Versuchen das Schwefelchlorid weniger Chlor, im vierten Ver-

suche hingegen mehr Chlor als dieses enthält. Es glückte mir indessen nicht, durch mehrmalige Behandlung der Verbindung mit Chlórgas ein höheres Schwefelchlorid hervorzubringen. Durch erneuertes Erhitzen der Verbindung in Chlorgas entweicht Schwefelchlorid, ob mit einer gleichen Menge von Chlor, oder mit mehr, als es schon enthielt, lasse ich unentschieden. Diefs beweist wenigstens das Resultat des dritten Versuches, bei welchem dadurch die geringste Schwefelmenge bei der Analyse gefunden wurde.

Es scheint aus diesen Versuchen hervorzugehen, dafs sich das Titanchlorid wohl mit dem Schwefelchloride, $S\mathrm{Cl}^2$ zu verbinden scheint, dafs aber durch gelindes Erhitzen die Verbindung nach und nach zersetzt wird, indem das Schwefelchlorid entweicht, und eine an Titanchlorid reichere Verbindung zurückbleibt. Wie wenig Schwefelchlorid beim Titanchlorid zurückbleiben mufs, um mit diesem noch eine feste Verbindung zu bilden, bleibt noch zu untersuchen. — Das Verhalten des Antimonchlorids zum Schwefelchlorid, von welchem ich weiter unten handeln werde, ist dem des Titanchlorids ähnlich.

Zinnchlorid sowohl als Titanchlorid können sich mit den niedrigeren Chlorstufen des Schwefels verbinden; denn ich habe schon oben angeführt, dafs Zinnsulfid sowohl als Titansulfid, wenn sie der Einwirkung des Chlorgases ausgesetzt werden, zuerst zu einer braungelben Flüssigkeit zerfliefsen, welche erst durch mehr hinzugeleitetes Chlorgas feste Verbindungen bilden. In den flüssigen Verbindungen sind die Chloride mit einer niedrigen Chlorstufe des Schwefels verbunden. Etwas von dieser ist in drei der untersuchten Verbindungen des Titanchlorids enthalten gewesen.

Ich mufs noch bemerken, dafs das Schwefeltitan, welches ich zu den angeführten Versuchen anwandte, nicht vollkommen rein war, was übrigens keinen Ein-

flufs auf die angeführten Versuche haben kann. Ich habe schon früher gezeigt, dafs, wenn man es durch Behandlung von Schwefelkohlenstoff mit erhitzter Titansäure bereitet, es schwer ist, es ganz frei von Titansäure zu erhalten [1]). Aber aufser dieser Einmengung enthält das Titansulfid noch oft Titansulfuret, das schwarz ist, während jenes grün, und im Strich messinggelb und stark metallisch ist. Beide Schwefelungsstufen scheinen den beiden Schwefelungsstufen des Zinnes, dem Sulfuret und dem Sulfid zu entsprechen. Ich behandelte ein Schwefeltitan, das sichtlich von dem schwarzen Titansulfuret enthielt, mit Chlorgas, und leitete, während jenes erhitzt wurde, das flüchtige Titan-Schwefelchlorid in Wasser, durch welches das Chlorgas noch längere Zeit hindurchströmte, wodurch fast aller sich ausscheidende Schwefel oxydirt wurde. Die Titansäure wurde durch Ammoniak, und die Schwefelsäure durch eine Auflösung von Chlorbaryum gefällt. Ich erhielt 0,0065 Grm. Schwefel, der nicht oxydirt worden war, 2,147 Grm. schwefelsaurer Baryterde und 0,428 Grm. Titansäure. Diese enthalten 0,2580 Grm. Titan und 0,3027 Grm. Schwefel, oder im Hundert 46,01 Proc. Titan und 53,99 Proc. Schwefel. Das Titansulfid, TiS^2, enthält im Hundert 43,01 Proc. Titan und 56,99 Proc. Schwefel. Die geringere Menge von Schwefel rührt daher vom eingemengten schwarzen Titansulfuret her.

Chlor und Schwefelantimon.

Reines Schwefelantimon (SbS^3) in ganzen Stücken sowohl, als auch selbst als feines Pulver wird in der Kälte nicht von Chlorgas angegriffen. Wird indessen das Schwefelantimon nur höchst gelinde an irgend einer Stelle erhitzt, so fängt sogleich das Chlor an auf dasselbe einzuwirken, und verwandelt es in eine braune Flüssigkeit, die durch fernere Einwirkung des Chlors zu

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XV S. 145.

einer fast pulverförmigen, nicht krystallinischen, beinahe ganz weifsen Masse sich umändert. Wird diese ein wenig stärker erhitzt, so schmilzt sie, und bei noch stärkerer Erhitzung zersetzt sie sich vollständig in Antimonchlorür ($SbCl^3$), Chlorschwefel und Chlor, wie ich diefs schon früher bei einer anderen Gelegenheit erwähnt habe [1]), wo ich umständlich die Erscheinungen beschrieb, die Chlorgas auf Schwefelantimon bewirkt, wenn man dieses erhitzt und die entstandenen flüchtigen Producte abdestillirt werden.

Wegen dieses Verhaltens ist es schwer, oder unmöglich, die Verbindung von Antimon- und Schwefelchlorid rein von eingemengtem Antimonchlorür zu erhalten. Ich brachte eine bestimmte Menge von gepülverten Schwefelantimon in einen gewogenen Apparat, und nachdem lange Chlorgas über dasselbe geleitet worden war, wurde an einer Stelle das Schwefelmetall sehr gelinde erhitzt. Wurde die Einwirkung dadurch zu stark, so wurde der Apparat von aufsen mit Aether oder Alkohol beträpfelt, um die Hitze zu mildern. Diefs wurde mehrere Male wiederholt, und wenn die Verwandlung vollendet zu seyn schien, wurde der Apparat gewogen, worauf er von Neuem der Einwirkung des Chlorgases ausgesetzt wurde. Die Wägungen wurden so oft wiederholt, bis keine Gewichtszunahme, sondern sogar durch erneutes gelindes Erhitzen eine geringe Gewichtsabnahme sich zeigte.

0,525 Grm. Schwefelantimon auf diese Weise mehrere Tage hinter einander behandelt, nahmen, nach vielen Wägungen, so lange beständig an Gewicht zu, bis sie 1,463 Grm. wogen. Aber es konnte nicht vermieden werden, dafs durch das gelinde Erhitzen eine kleine Menge von Chlorschwefeldampf sich verflüchtigte, während das schwerer flüchtige Antimonchlorür verhältnifsmäfsig in

1) Poggendorff's Annalen, Bd. III S. 446.

gröfserer Menge zurückblieb. Bei der nächsten Wägung wog das Ganze nur 1,435 Grm.

Die Masse wurde mit sehr verdünnter Salpetersäure behandelt, worin sie sich, unter Entwicklung von pomeranzengelben Dämpfen, auflöste, ohne dafs sich Antimonoxyd oder Antimonsäure ausschied. Durch die mit Wasser verdünnte Auflösung wurde Schwefelwasserstoffgas geleitet, und das erhaltene Schwefelantimon durch Wasserstoffgas in metallisches Antimon verwandelt. Es wurden 0,3683 Grm. daraus erhalten. Aus der vom Schwefelantimon getrennten Flüssigkeit wurden die letzten Spuren von aufgelöstem Schwefelwasserstoff durch eine salpetersaure Kupferoxydauflösung abgeschieden, und sodann durch salpetersaure Silberoxydauflösung 3,882 Grm. Chlorsilber gefällt. Nachdem das überschüssig hinzugefügte Silberoxyd durch Chlorwasserstoffsäure entfernt worden war, wurden durch Chlorbaryumauflösung 0,794 Grm. schwefelsaure Baryterde niedergeschlagen.

Die Analyse hatte aber ergeben:

0,3683	Grm.	Antimon
0,1095	-	Schwefel
0,9572	-	Chlor
1,4350.		

In 0,525 Grm. Schwefelantimon sind indessen 0,382 Grm. Antimon und 0,143 Grm. Schwefel enthalten. Während der Operation hatten sich also 0,0137 Grm. Antimon und 0,0335 Grm. Schwefel mit Chlor verbunden verflüchtigt.

Im Hundert enthält jene Verbindung:

Antimon	25,67
Schwefel	7,63
Chlor	66,70
	100,00.

Offenbar ist hierin das Antimon mit der gröfsten

Menge von Chlor, die es aufnehmen kann, als $SbCl^5$, und der Schwefel als Schwefelchlorid, SCl^2, enthalten. Aber in dieser Verbindung, $SbCl^5 + 3SCl^2$, ist noch Antimonchlorür gemengt enthalten, weil bei der nothwendigen Einwirkung der gelinden Hitze die Verbindung sich in Chlorgas, Antimonchlorür und Chlorschwefel verwandelt hatte, von welchen, wie schon oben angeführt worden, sich verhältnifsmäfsig mehr vom letzteren als vom Antimonchlorür verflüchtigt hatte.

7,63 Theile Schwefel erfordern 33,57 Th. Chlor, um Schwefelchlorid, SCl^2, zu bilden. Aber 7,63 Th. Schwefel erfordern zu jener Verbindung, $SbCl^5 + 3SCl^2$, statt 25,67 Th. Antimon nur 20,39 Th., welche mit 27,97 Th. Chlor die höchste Chlorstufe des Antimons, $SbCl^5$, bilden. Die übrig bleibenden 5,28 Th. Antimon gebrauchen 4,35 Th. Chlor, um Antimonchlorür, $SbCl^3$, zu bilden. Die ganze Menge des Chlors, welche erfordert wird, wäre also 65,89 Th., statt 66,70 Th., welche die Analyse ergeben hat, woraus folgt, dafs das eingemengte Antimonchlorür durch die längere Einwirkung des Chlors sich zu einem kleinen Theile in die höchste Chlorstufe verwandelt hatte.

Das Antimon - Schwefelchlorid verhält sich gegen Reagentien wie die entsprechenden Verbindungen des Zinns und des Titans. Bei der Behandlung mit Wasser zerfällt es in Antimonsäure, in Chlorwasserstoffsäure, in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure.

Wird die Verbindung, $SbCl^5 + 3SCl^2$, mit trocknem Ammoniakgas behandelt, so zeigen sich ähnliche Erscheinungen, wie bei der Behandlung der analogen Zinnverbindung, $SnCl^2 + 2SCl^2$, mit Ammoniakgas. Die Menge des absorbirten Ammoniaks ist beträchtlich, und beträgt beinahe $\frac{2}{3}$ von der Menge des angewandten Schwefelantimons.

Chlor und Schwefelarsenik.

Von allen Schwefelmetallen werden die Verbindungen des Schwefels mit dem Arsenik am leichtesten durch Chlorgas angegriffen. Ganze Stücke des in der Natur vorkommenden reinsten Auripigments (AsS^3) zerfliefsen nach einer kurzen Zeit zu einer braunen Flüssigkeit, ohne dafs dazu eine äufsere Erwärmung nothwendig ist, wohl aber entsteht eine nicht unbedeutende Erwärmung durch die Einwirkung des Chlorgases von selbst. Die braune Flüssigkeit wird, wenn sie in einer Flasche aufbewahrt wird, welche mit Chlorgas angefüllt ist, nicht weiter verändert. Das Arsenik wird auch in seiner Verbindung mit Schwefel, wie im metallischen Zustande, durch Chlorgas nur in das der arsenichten Säure entsprechende Chlorarsenik, ACl^3, verwandelt, und kein Uebermaafs von Chlorgas bringt eine höhere Chlorstufe hervor. Wird die braune Flüssigkeit mit verdünnter Salpetersäure behandelt, so löst sie sich, unter Entwicklung von pomeranzengelben Dämpfen, vollständig darin auf; es scheidet sich zwar aus der Auflösung keine arsenichte Säure ab, aber mit salpetersaurer Silberoxydauflösung versetzt, giebt sie, nach Abscheidung des Chlorsilbers und Sättigung der Flüssigkeit mit Ammoniak, einen gelben Niederschlag von arsenichtsaurem Silberoxyd. Auch entsteht in der salpetersauren Auflösung der braunen Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoffgas sogleich ein gelber Niederschlag.

Aber eben so wenig, wie das Arsenik in der Verbindung sich nicht durch die Einwirkung des Chlorgases in die höchste Chlorstufe verwandelt, so geschieht diefs beim Schwefel eben so wenig; es bleibt auch bei einem Ueberschusse von Chlorgas auf einer niedrigeren Chlorstufe.

1,762 Grm. der braunen Flüssigkeit, in Salpetersäure

aufgelöst, gaben mit salpetersaurer Silberoxydauflösung 4,507 Grm. Chlorsilber. Die davon getrennte Flüssigkeit gab, nach Abscheidung des überschüssig zugesetzten Silberoxyds vermittelst Chlorwasserstoffsäure 1,786 Grm. schwefelsaure Baryterde. Die Menge des Arseniks wurde aus dem Verluste bestimmt. Die Analyse ergab im Hundert:

Chlor	63,10
Schwefel	13,98
Arsenik (als Verlust)	22,92
	100,00.

Bei einer zweiten Analyse wurden 3,020 Grm. der Verbindung in wäfsrigem Ammoniak aufgelöst. Aus der milchichten Auflösung setzte sich Schwefel ab. Nach längerer Zeit wurde derselbe abfiltrirt, und die Flüssigkeit mit salpetersaurer Silberoxydauflösung versetzt. Der Niederschlag war erst weifs, wurde aber nach einiger Zeit braun. Er wurde so lange mit Salpetersäure digerirt, bis alles Schwefelsilber daraus entfernt war. Er wog darauf 7,701 Proc., was 62,91 Proc. Chlor in der Verbindung entspricht.

13,98 Theile Schwefel würden mit 21,78 Th. Arsenik (statt mit 22,92 Th.) sich zu Schwefelarsenik, AsS^3, verbinden. 21,78 Th. Arsenik erfordern 30,76 Th. Chlor, um Chlorarsenik, $AsCl^3$ zu bilden; 13,98 Th. Schwefel würden mit 30,76 Th. Chlor eine Verbindung bilden, welche noch ein Mal so viel Chlor als der gewöhnliche Chlorschwefel (SCl) enthält, und deren Darstellung im isolirten Zustande mir nicht, wohl aber Dumas [1]) gelungen ist.

Die Zusammensetzung der braunen Flüssigkeit, in welche Auripigment durch Chlorgas verwandelt wird, kann also durch die Formel $AsCl^3 + 3SCl$ ausgedrückt

1) *Annales de chimie et de physique, T. XLIX p.* 204.

werden. Der sehr geringe Ueberschufs von Chlor, welchen die Analyse giebt, rührt von etwas aufgelöstem Chlor her, da die braune Flüssigkeit in einer grofsen Flasche aufbewahrt wurde, welche mit Chlorgas angefüllt war.

Die wahrscheinliche Ursache, weshalb in dieser Verbindung der Schwefel mit dem Chlor nur die Chlorstufe SCl und nicht SCl^2 bildet, wird weiter unten angegeben werden.

Uebrigens verhält sich diese Verbindung gegen Wasser in sofern analog den früher beschriebenen, als sie bei Behandlung mit demselben in arsenichte Säure, in Chlorwasserstoffsäure, in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zerfällt. Bei der ferneren Zersetzung letzterer in schweflichte Säure und in Schwefel scheidet sich letzterer, mit der Menge von Schwefel gemengt, ab, den die Verbindung mehr enthält, als die früher erwähnten.

Wird Realgar, AsS^2, mit Chlorgas behandelt, so zerfliefst es schon in der Kälte eben so leicht wie Auripigment, im Anfange zu einer gelblichen Flüssigkeit, welche indessen durch Absorption von mehr Chlor braun wird.

Chlor und Schwefelselen.

Das Schwefelselen war aus einer Auflösung der selenichten Säure vermittelst Schwefelwasserstoffgas gefällt worden. Die Fällung geschieht eben so schwer vollständig, wie die einer Auflösung von Arseniksäure vermittelst Schwefelwasserstoffgas. Nach dem Trocknen sah das Schwefelselen roth aus.

Mit Chlorgas behandelt, verhält sich das Schwefelselen wie eine Mengung von gepulvertem Selen und Schwefel. Ich erhielt eine weifse Masse von Selenchlorid ($SeCl^2$), gemengt mit Chlorschwefel, der gelbbraune Stellen darin bildete. Durch sehr gelinde Hitze liefs sich letzterer ganz vollständig vom Selenchlorid abtreiben, so dafs dasselbe ganz rein zurückblieb. Es löste sich vollständig in Was-

ser auf, und bei einer Analyse erhielt ich daraus fast die ganze Menge von Chlor, welche im Selenchlorid enthalten ist. 1,417 Grm. davon gaben 3,638 Grm. Chlorsilber oder 63,34 Proc. Chlor. Im reinen Selenchlorid sind 64,16 Proc. Chlor enthalten.

Wird das Selenchlorid im Wasser aufgelöst, wenn der Chlorschwefel noch nicht vollständig davon verjagt worden ist, so erhält man eine rothe Auflösung, in welcher durch die, aus der unterschweflichten Säure frei gewordene schweflichte Säure die selenichte Säure zum Theil zu Selen reducirt worden ist.

Aus den beschriebenen Versuchen ergiebt sich, dafs mehrere flüchtige Chlormetalle mit einem für sich nicht darstellbaren, der schweflichten Säure analog zusammengesetzten Chloride des Schwefels Doppelverbindungen bilden können, welche oft durch erneuertes Erhitzen in Chlorschwefel, Chlor und in die Chlorverbindung des Metalles zerfallen. Von allen diesen Chlorverbindungen bildet das Zinnchlorid die ausgezeichnetste Verbindung mit dem Schwefelchlorid, welche in grofsen, deutlichen Krystallen erhalten werden kann, und nicht zersetzbar durch erneuerte Erhitzungen wie die anderen Verbindungen ist.

Als ich diese Reihe von Untersuchungen anfing, glaubte ich, dafs die beschriebenen Verbindungen wie wahre Chlorsalze (analog den Schwefel- und den Sauerstoffsalzen) betrachtet werden könnten, da es einleuchtend ist, dafs das Schwefelchlorid, $S€l^2$, offenbar weit besser mit basischen Chlormetallen Chlorsalze würde bilden können, als die Chloride des Quecksilbers, des Goldes, des Platins und ähnlicher Metalle mit denselben, welche Verbindungen v. Bonsdorff als wahre Chlorsalze betrachtet. Ich mufste indessen diese Ansicht sogleich aufgeben, als ich fand, dafs das Schwefel-

chlorid sich nur mit solchen Chlormetallen verbindet, deren entsprechend zusammengesetzte Oxyde Säuren bilden, wie die dem Zinnoxyd, der Titansäure und der Antimonsäure analogen Chloride. Mit Chlormetallen, deren entsprechend zusammengesetzte Oxyde starke Basen bilden, wie die Chlorverbindungen des Bleis, des Silbers, des Kupfers, des Kobalts, des Nickels, des Mangans u. s. w., kann das Schwefelchlorid sich nicht verbinden, wenigstens kann es in Verbindung mit diesen Chlorverbindungen nicht dargestellt werden, wenn man die entsprechenden Schwefelverbindungen mit Chlorgas behandelt. Während Zinn- und Titansulfid, so wie die Schwefelverbindungen des Arseniks in der Kälte schon durch Chlorgas vollständig zersetzt werden, und Schwefelantimon schon bei einer äufserst gelinden Hitze, werden Schwefelblei, Schwefelkupfer und die Schwefelverbindungen der übrigen, so eben erwähnten Metalle in der Kälte gar nicht zersetzt, und bei anhaltender Hitze äufserst langsam und unvollständig, so dafs z. B. zur vollständigen Zersetzung einiger Grammen von Schwefelblei mehrere Tage erfordert werden, während welcher es beständig erhitzt werden mufs. Aber auch dann bildet sich nur Chlorblei, das zurückbleibt, und gewöhnlicher Chlorschwefel, der abdestillirt, und der eine gelbe Farbe hat, wenn äufserst wenig Chlorgas, eine braune hingegen besitzt, wenn dasselbe in reichlicher Menge zuströmt. Nur die Verbindungen des Schwefels mit dem Eisen lassen sich von diesen Schwefelmetallen leichter als andere durch Chlorgas zersetzen, aber auch in diesem Falle ist äufsere Erwärmung nothwendig, und es bildet sich keine Verbindung; es destillirt Chlorschwefel ab, und es sublimirt Eisenchlorid. Dahingegen wird selbst das durch die schwächsten Säuren so sehr leicht zersetzbare Schwefelmangan, wie andere basische Schwefelmetalle, fast gar nicht durch Chlorgas zerlegt; nur durch ein stärkeres Erhitzen destillirt eine höchst geringe

Menge Chlorschwefel ab. Dasselbe ist auch beim Schwefelchrom der Fall [1]). Der Grund davon scheint mir darin zu liegen, dafs es vielleicht weder vom Mangan, noch vom Chrom höhere Chlorverbindungen im isolirten Zustande giebt, als Manganchlorür ($Mn\,Cl^2$), und Chromchlorid ($\Cr\,Cl^3$). Ich habe gezeigt, dafs das höhere Chromchlorid ($Cr\,Cl^3$) nur in Verbindung mit Chromsäure dargestellt werden kann, und habe es wahrscheinlich gemacht, dafs beim Mangan etwas ähnliches stattfindet.

Die Verbindungen des Schwefelchlorids mit flüchtigen Chlormetallen können, wenn man sie oxydirten Verbindungen analog betrachten will, am füglichsten mit den Doppelsäuren verglichen werden, welche die, jenen flüchtigen Chlormetallen analogen Oxyde mit stärkeren Säuren bilden. Es ist bekannt, dafs Zinnoxyd, Titansäure und Antimonsäure mit stärkeren Säuren Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen bilden, die zum Theil im Wasser unlöslich sind.

Ich mufs noch einen Umstand erwähnen, der vielleicht Beachtung verdient. Während reines Schwefelantimon, selbst im gepulverten Zustande, in der Kälte nicht vom Chlorgas angegriffen wird, und die Verbindungen basischer Metalle mit Schwefel, wie Schwefelblei, Schwefelkupfer u. s. w., der Zersetzung durch Chlorgas lange widerstehen, selbst wenn sie erhitzt werden, zersetzen sich die in der Natur vorkommenden Verbindungen des Schwefelantimons mit Schwefelblei, Schwefelkupfer u. s. w., welche wie Schwefelsalze betrachtet werden müssen, ganz vollständig durch Chlorgas schon in der Kälte, oft sogar wenn sie in ganzen Stücken damit in Berührung gebracht werden. Eine spätere Er-

1) Das Schwefelmangan wurde dargestellt, indem über stark erhitztes schwefelsaures Manganoxydul Schwefelwasserstoffgas so lange geleitet wurde, als sich noch Wasser entwickelte. Das Schwefelchrom war durch Behandlung des Chromchlorids ($Cr\,Cl^3$) mit Schwefelwasserstoffgas bereitet worden.

hitzung ist dann nur nothwendig, um die flüchtigen Chlorverbindungen von den nicht flüchtigen abzudestilliren.

Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit erwähnt, dafs, um die in der Natur vorkommenden Verbindungen des Schwefelantimons und des Schwefelarseniks mit basischen Schwefelmetallen zu analysiren, keine Methode der vermittelst Chlorgas vorzuziehen ist [1]). — Diese Methode pafst indessen durchaus nicht, wie sich aus dem so eben Gesagten ergiebt, für die Untersuchung basischer Schwefelmetalle, und selbst auch nicht zur Analyse der Verbindungen von Antimon- oder Arsenikmetallen mit Schwefelmetallen (Nickelglanz, Glanzkobalt, Arsenikkies), weil auch diese nur mit grofser Schwierigkeit und langsam vom Chlorgas zerlegt werden [2]).

Ich kann dieser Abhandlung noch die Bemerkung hinzufügen, dafs das Schwefelchlorid, SCl^2, nicht die höchste Chlorstufe des Schwefels sey. Es ist mir gelungen ein Schwefelchlorid darzustellen, welches der Schwefelsäure entsprechend zusammengesetzt ist, SCl^3, und das bei seiner Zersetzung durch Wasser in Schwefelsäure und in Chlorwasserstoffsäure zerfällt.

Bemerkungen über den Chlorschwefel (S+Cl).

Der Chlorschwefel zeichnet sich durch den Mangel an Analogie in seinen Eigenschaften von allen anderen flüchtigen Chlorverbindungen aus. Bekanntlich werden diese durch Behandlung mit Wasser in Chlorwasserstoffsäure und in eine Sauerstoffsäure zersetzt, welche durch den mit Chlor verbundenen Körper und durch den Sauerstoff des Wassers gebildet wird. Einige wenige Chlorverbindungen setzen, weil keine ihnen entsprechende Sauerstoffsäuren existiren, einen Theil des mit Chlor verbundenen Körpers ab. Diefs ist der Fall beim Tellur-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XV S. 456.

2) Ebend. Bd. XV S. 588.

chlorür und Selenchlorür, welche, bei der Behandlung mit Wasser, Tellur und Selen hinterlassen, während Chlorwasserstoffsäure, tellurichte und selenichte Säure gebildet werden.

Auch der Chlorschwefel hinterläfst bei seiner Behandlung mit Wasser Schwefel ungelöst. Aber es ist bekannt, wie schwierig und langsam sich dieser ausscheidet. Früher, als man die Zusammensetzung des Chlorschwefels als der unterschweflichten Säure analog zusammengesetzt glaubte, also der Formel S+€l entsprechend, war man ziemlich allgemein der Meinung, dafs dieser sich ausscheidende Schwefel von der Zersetzung der durch Behandlung mit Wasser gebildeten unterschweflichten Säure herrühre, und dafs der Chlorschwefel durch Wasser in Chlorwasserstoffsäure und in unterschweflichte Säure, und diese wieder in Schwefel und in schweflichte Säure zerfalle. Aber schon vor längerer Zeit gaben Bucholz und Berthollet unter den Zersetzungsproducten des Chlorschwefels durch Wasser Schwefelsäure an. Diese Thatsache, welche ihre volle Richtigkeit hat, ist indessen in die meisten neueren Lehrbücher der Chemie nicht aufgenommen worden, und von allen, die ich in dieser Hinsicht durchgesehen habe, ist es nur vorzüglich Dumas's, *Traité de chimie* (*T. I p.* 225) der ihrer erwähnt. Die Schwefelsäure, welche sich bei der Zersetzung des Chlorschwefels vermittelst Wasser bildet, entsteht, wie ich mich oft überzeugt habe, nicht durch Oxydation der aufgelösten schweflichten Säure durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft. Man kann ihre Gegenwart entdecken, wenn man luftfreies Wasser angewandt, und mit der gröfsten Sorgfalt allen Luftzutritt verhindert hat. Auch ein Chlorschwefel, der sehr viel überschüssigen Schwefel aufgelöst enthält, giebt unter seinen Zersetzungsproducten durch Wasser Schwefelsäure, so dafs man nicht die Meinung aufstellen kann, die Schwefelsäure würde vielleicht durch überschüssiges Chlor des Chlorschwefels

bei der Zersetzung mit Wasser gebildet. Der Chlorschwefel, von welcher Zusammensetzung er auch seyn mag, zerfällt also durch Wasser in Chlorwasserstoffsäure, in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure; diese zersetzt sich dann ferner langsam in schweflichte Säure und in Schwefel, und mit letzterem scheidet sich auch noch der Schwefel ab, den der Chlorschwefel aufgelöst enthält.

Aber dieselbe Eigenschaft, in Chlorwasserstoffsäure, in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zu zerfallen, besitzt auch das Schwefelchlorid, $S\text{Cl}^2$, in seiner Verbindung mit Zinnchlorid, mit Titanchlorid und mit Antimonchlorid. Es scheint mir daher sehr wahrscheinlich, dafs im Chlorschwefel, wie er durch Einwirkung von überschüssigem Chlor auf Schwefel entsteht, das Schwefelchlorid enthalten sey, das durch Einwirkung von Chlor auf die Schwefelverbindungen des Zinns, des Titans und des Antimons erzeugt wird. Aber nur in Verbindung mit den höchsten Chloriden dieser Metalle kann der Schwefel so viel Chlor aufnehmen, dafs er das der schweflichten Säure entsprechende Chlorid $S\text{Cl}^2$ bildet. Wahrscheinlich kann dieses Schwefelchlorid im reinen Zustande für sich nicht existiren, sondern nur entweder in Verbindung mit jenen Chloriden, oder mit Schwefel, den es in allen Verhältnissen aufzulösen vermag.

Nach dieser Ansicht ist also aller Chlorschwefel, der durch Einwirkung von Chlor auf Schwefel entsteht, Schwefelchlorid, $S\text{Cl}^2$, das Schwefel aufgelöst enthält. Aufser Schwefel scheint das Schwefelchlorid viele andere Substanzen auflösen zu können, ohne seine charakteristische Eigenschaft, durch Wasser in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zu zerfallen, zu verlieren. In einer Abhandlung, welche ich in einem der folgenden Hefte dieser Annalen bekannt machen werde, werde ich zu zeigen suchen, dafs wasserfreie Schwefelsäure in sehr

gro-

grofser Menge vom Chlorschwefel aufgenommen werden kann.

Ich habe früher zu zeigen gesucht, dafs die Verbindung des Chlors mit Schwefel, in welcher gleiche Atome von beiden Elementen verbunden sind, S+Cl, in sofern eine gewisse Beständigkeit besitzt, als sie ohne Zersetzung von einem Chlorschwefel, der noch mehr Schwefel enthält, abdestillirt werden kann, und dafs dieses Destillat immer von gleicher Zusammensetzung ist [1]). Man mufs daher wohl auf die Meinung geführt werden, dafs dieses Product eine bestimmte chemische Verbindung sey. Nimmt man indessen diefs an, so wäre die rationelle chemische Formel für diese Verbindung nicht S+Cl, sondern nach obiger Ansicht SCl^2+3S.

Dafs diese Verbindung bei niedrigerer Temperatur flüchtig ist, als Schwefel, und von diesem bei der Destillation nichts zurückbleibt, kann nicht auffallend seyn, da schwerer flüchtige Körper gemeinschaftlich mit leichter flüchtigen bei niedrigeren Temperaturen überdestilliren, als wenn sie allein ohne diese erhitzt werden. Dafs bei dieser Verflüchtigung oft Verbindungen von bestimmter Zusammensetzung überdestillirt werden können, sehen wir bei den Verbindungen des Alkohols und des Chlorwasserstoffs mit Wasser.

Ich habe früher bemerkt, dafs es mir nicht hat gelingen wollen, eine beständige Verbindung von Chlor und Schwefel darzustellen, welche der Zusammensetzung S+Cl entspräche. Dumas indessen behauptet, sie im isolirten Zustande dargestellt zu haben. Aus oben angeführten Versuchen ergiebt sich, dafs sie wenigstens in Verbindung mit Arsenikchlorür, $AsCl^3$, existiren könne. Nimmt man an, dafs auch sie eine bestimmte chemische Verbindung ist, so ist die chemische Formel für dieselbe SCl^2+S, und für die oben erwähnte Verbindung von

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXI S. 432.

diesem Chlorschwefel und Arsenikchlorür, welche oben mit der Formel $AsCl^3 + 3SCl$ bezeichnet wurde, müfste dann eigentlich die Formel $2AsCl^3 + 3SCl^2 + 3S$ gelten. — Offenbar giebt das Schwefelarsenik mit dem Chlor aus dem Grunde nicht analoge Verbindungen, wie Schwefelzinn und Schwefelantimon, weil das Schwefelchlorid, SCl^2, sich nur mit den höchsten Chlorverbindungen von Metallen zu verbinden scheint. Vom Arsenik existirt indessen keine der Arseniksäure analoge Chlorverbindung, $AsCl^5$. Würde sie dargestellt werden können, so würde dieselbe eine ähnliche Verbindung mit dem Schwefelchlorid geben, wie das Antimonchlorid, $SbCl^5$.

Dafs die dem Schwefelchlorid, SCl^2, entsprechend zusammengesetzte schweflichte Säure, wenn sie im wasserfreien Zustande mit trocknem Ammoniak verbunden wird, einen festen Körper bildet, der krystallinisch und von gelber Farbe ist, und in welchem durch Behandlung mit Wasser die schweflichte Säure in Schwefelsäure und in unterschweflichte Säure zerfällt, ist schon oben erwähnt worden. Die Zusammensetzung dieser Verbindung, welche durch die Formel $NH^3 + 2\ddot{S}$ ausgedrückt werden kann, ist ganz der der Zinnverbindung, $SnCl^2 + 2SCl^2$, entsprechend, indem wasserfreies Ammoniak und Zinnchlorid mit zwei Atomen, ersteres von schweflichter Säure, letzteres von dem derselben entsprechenden Schwefelchlorid, vereinigt sind.

IV. *Ueber zwei norwegische Kobalterze von den Skutteruder Gruben; von Th. Scheerer, Hüttenmeister auf Modums Blaufarbenwerk in Norwegen.*

Unter den Krystallen, welche auf den Skutteruder Gruben vorkommen, unterscheidet man durch das äufsere Ansehen leicht d[illegible] A[illegible]en. Die erste Art ist der ge-

wöhnliche normale Glanzkobalt, der sich durch seine, fast stets pentagondodecaëderische Krystallform und seinen röthlichen Glanz auszeichnet. Die andern beiden Arten haben diesen Stich in's Röthliche durchaus nicht, und unterscheiden sich auch durch die Krystallform sehr wesentlich. Diese Kobaltspecies, welche sowohl durch den hiesigen Inspector, Hrn. Roscher, so wie durch den Bergmeister, Hrn. Böbert, schon seit einer Reihe von Jahren beobachtet sind, habe ich zum Gegenstande einer näheren, sowohl analytischen als krystallographischen, Untersuchung gemacht, von der ich hier die Resultate mittheilen will.

Erste abweichende Art. Dieselbe kommt sowohl derb als krystallisirt vor, hat einen lebhaften Arsenikkiesglanz, und, dem äufseren Ansehen nach, auch ganz dieselbe Krystallform, selbst bis auf die charakteristische brachydiagonale Streifung des letzteren Minerals. Die Härte weicht ebenfalls nicht merklich von der des Arsenikkieses ab, und auch das specifische Gewicht $=6,23$ ist so wenig von dem des Arsenikkieses verschieden, dafs man aus allen diesen Merkmalen schliefsen sollte, einen normalen Arsenikkies vor sich zu haben, wenn man sich nicht leicht durch chemische Versuche überzeugen könnte, dafs diese, dem Arsenikkies so ähnlichen Krystalle einen nicht unbedeutenden Kobaltgehalt besitzen. Eine Analyse erschien also hier vor der Hand als das Wichtigste, um dem Wesen des Minerals auf die Spur zu kommen. Ich nahm daher mehrere, 2 bis 3 Linien lange Krystalle, zerstiefs sie gröblich, und unterwarf einen Theil der erhaltenen Stücke der Analyse. Dieselbe wurde auf die von mir früher [1]) beschriebene Art unternommen, jedoch so, dafs der Arsenik auf die gewöhnliche Art durch Fällung mittelst Schwefelwasserstoffgas bestimmt wurde. Es ergab sich hierbei folgende Zusammensetzung:

1) Siehe S. 104 dieses Bandes.

17,57	Schwefel
47,55	Arsenik
26,54	Eisen
8,31	Kobalt
99,97.	

Ich versuchte nun die numerische Gestalt dieser Zusammensetzungsart durch Formeln auszudrücken, und fand, dafs keine dieselbe so genau wieder gab, als:

$$3(FeS^2 + FeAs^2) + (CoS^2 + CoAs^2),$$

oder mit Worten: das Mineral erschien als eine chemische Verbindung von 3 Atomen Arsenikkies mit 1 Atom (eisenfreien) Glanzkobalt. Diese Formel giebt nämlich folgendes numerische Verhältnifs:

19,76	Schwefel
46,18	Arsenik
25,00	Eisen
9,06	Kobalt
100,00	

welches, scheint mir, genau genug mit der Analyse übereinstimmt, indem man sich nur einen kleinen Theil Kobalt durch Eisen, und einen Theil Schwefel durch Arsenik ersetzt zu denken braucht.

Die Idee, dafs das hier untersuchte Mineral weiter nichts sey, als ein kobalthaltiger Arsenikkies, d. h. ein Arsenikkies, in welchem *mehr oder weniger* von dessen Eisengehalt durch Kobalt ersetzt sey, lag zu nahe, als dafs ich es bei *einer* Analyse hätte bewenden lassen können. Ich analysirte daher den zurückgebliebenen Theil der Krystallstücke (welche, ihrer gröblichen Form wegen, nicht mit den vorigen als von gleicher Mengung betrachtet werden konnten), und fand:

17,34	Schwefel
46,76	Arsenik
26,36	Eisen
9,01	Kobalt
100,47	

in nicht sehr grofser Abweichung von der ersten Analyse. Auch hiermit noch nicht zufrieden, unterwarf ich einen einzelnen Krystall, welcher 1,003 Grm. wog, der analytischen Untersuchung. Es ergab sich folgende Zusammensetzung:

18,06	Schwefel
46,01	Arsenik
26,97	Eisen
8,38	Kobalt
99,42.	

Um nun völlig sicher zu seyn, probirte ich auch eine Quantität des derb vorkommenden Minerals blofs auf seinen Kobaltgehalt, und fand:

10,8 Kobalt.

Dieser hohe Gehalt schien wieder der Selbstständigkeit meines Minerals ungünstig zu seyn; jedoch, da ein derbes Stück angewendet wurde, so war eine Einmengung von Glanzkobalt denkbar. Um endlich meinem Zweifel durch einen entschiedenen Schritt ein Ende zu machen, benutzte ich eine Mittheilung des Hrn. Inspector Roscher. Derselbe hatte nämlich durch Kobalt-Schmelzproben bemerkt, dafs der Kobaltgehalt in diesem Minerale abnehme, je gröfser die Krystalle seyen. Ich untersuchte daher den gröfsten Krystall, den ich mir verschaffen konnte. Hr. Bergmeister Böbert hatte die Güte, mir denselben zu überlassen. Dieser Krystall war beinahe einen Zoll lang und etwa einen halben breit. Da es nur auf den relativen Gehalt an Eisen und Kobalt ankam, bestimmte ich auch nur diesen. Das Durchschnittsresultat zweier sorgfältiger, sehr wenig von einander abweichender Proben war:

28,77 Eisen
6,50 Kobalt.

Dieses Ergebnifs warf meine ganze frühere Theorie über den Haufen, und ich glaube es ist dadurch erwiesen, dafs das in Rede stehende Mineral nur als ein kobalt-

haltiger Arsenikkies zu betrachten ist. Der Kobaltgehalt in demselben kann jedoch nicht als blofs mechanisch eingemengt betrachtet werden, wie sich leicht ergiebt, wenn man die bei den verschiedenen Analysen erhaltenen numerischen Werthe des Eisen- und Kobaltgehaltes zusammenlegt. Nämlich:

	1.	2.	3.	4.
Eisen	26,54	26,36	26,97	28,77
Kobalt	8,31	9,01	8,38	6,50
	34,85	35,37	35,35	35,27.

Das Kobalt ersetzt also wirklich das Eisen. Sehr merkwürdig bleibt jedoch stets der sich bei Krystallen von mittlerer Gröfse so gleich bleibende Kobaltgehalt, und das Abnehmen desselben bei der Zunahme der Krystalle. — Das bei den Analysen erhaltene Eisenoxyd und Kobaltoxyd ward stets einer weiteren Prüfung unterworfen, ohne dafs sich bemerkbare Verunreinigungen auffinden liefsen.

Ich war nun begierig zu sehen, welche Verschiedenheit in der Krystallform der Kobaltgehalt beim Arsenikkies hervorbringe. Zum Messen eigneten sich nur die kleinsten, meist unter einer Linie langen Krystalle, da die gröfseren zu viel Streifung, Krümmung und dergleichen Unebenheiten zeigten.

Die am häufigsten vorkommende Krystallform war die, wie sie Fig. 11 Taf. I zeigt, also, dem Habitus nach, ganz die rhombische des Arsenikkieses. Die Flächen rr' des horizontalen brachydiagonalen Prisma's $m\breve{P}\infty$ sind häufig so verlängert, dafs die Krystalle dadurch ein säulenartiges Ansehen erhalten. Sie sind, auch bei den kleinsten Krystallen, so stark gestreift, dafs sie keine genaue Messung gestatten. Die Flächen MM' des verticalen Prisma's ∞P waren bei den gröfseren ziemlich bedeutend ausgehöhlt, gerade wie es oft beim Arsenikkies der Fall ist. Auch bei den kleineren Krystallen möchte diese Aushöhlung stattfinden, jedoch wiefs sie

sich in keinem dem Auge bemerkbaren Grade. Bei drei verschiedenen Krystallindividuen ward durch Messung vermittelst eines Apel'schen Reflexionsgoniometers gefunden:

1) $M : M' = 111^\circ\,40'$
2) $M : M' = 111\ \ 49$
3) $M : M' = 112\ \ 2$

Beim Arsenikkies ist:

$M : M' = 111^\circ\,53'$.

Ob nun die hier stattfindende Abweichung von jener Krümmung, oder von dem verschiedenen Kobaltgehalte herrührt, will ich nicht entscheiden.

Die Flächen gg' des horizontalen makrodiagonalen Prisma's $\bar{P}\infty$ waren bei allen Krystallen die am besten ausgebildeten. Ich erhielt bei verschiedenen Individuen folgende Resultate:

1) $g : g' = 58^\circ\,30'$
2) $g : g' = 58\ \ 32$
3) $g : g' = 58\ \ 29$
4) $g : g' = 58\ \ 28$
5) $g : g' = 58\ \ 30$

während beim Arsenikkies ist:

$g : g' = 59^\circ\,22'$.

Diese constante Abweichung von beinahe einem ganzen Grade ist zu bedeutend, als dafs sie als unwesentlich betrachtet werden könnte. *Der Kobaltgehalt im Arsenikkies scheint also besonders auf die Verkürzung der Brachydiagonale zu wirken.*

Einer Combination, welche, meines Wissens nach, nicht beim Arsenikkiese vorkommt, will ich noch hier gedenken. Dieselbe ist, wie Fig. 12 Taf. I sie zeigt. Die p Flächen sind gleich einem makrodiagonalen Flächenpaar $=\infty\bar{P}\infty$, und xx' ist eine Pyramide $m'Pn'$, welche die Combinationskante von Mg parallel abstumpft. Vermittelst der Combinationsgleichung:

$$m'n'(m''n - mn'')rr'' + r'm'(r''m - rm'')nn''$$
$$n'r'(n''r - nr'')mm'' = 0,$$

wo m, n, r die Parameter der Flächen g, g', und m'', n'', r'' die der Flächen M, M' sind, die gesuchten Parameter von x, x' dagegen m', n', r', findet man:

$$n' = \frac{m'}{m'-1}, \text{ also: } m' \bar{P} \frac{m'}{m'-1}.$$

Die Flächen x, x' waren jedoch nicht so spiegelnd, dafs m' hätte bestimmt werden können. Sehr interessant, besonders in krystallographischer Hinsicht, wäre es, zu untersuchen, ob nicht durch Zunahme des Kobaltgehaltes ein Uebergang des kobalthaltigen Arsenikkieses in den Glanzkobalt stattfinde. Es scheint aber, dafs die Lücke von einigen 30 Proc. bis zu 10 Proc. Kobaltgehalt nicht ausgefüllt sey. Dennoch werde ich aber in der Folge mein Augenmerk darauf richten, diese Uebergangsglieder zu finden.

Die Ansicht, dafs das hier betrachtete Mineral ein kobalthaltiger Arsenikkies sey, gewinnt noch mehr Wahrscheinlichkeit durch folgende geognostische Thatsache: Das Kobaltlager von Skutterud, welches ziemlich genau senkrecht fällt und von Nord nach Süd streicht, endet plötzlich in einem südlichen Gebirgsabhange. Verfolgt man das Streichen des Kobaltlagers etwa eine Meile, so findet sich, jenseits eines Flusses (des Storelv), ein kobaltfreies *Arsenikkieslager* von ungefähr derselben Schichtenstellung. Es scheint also, dafs die Entstehung des Arsenikkies- und des Kobaltlagers gleichzeitig gewesen sey, und dafs letzteres das erste mit Kobalt versehen habe, so weit es selbst reichte.

In seinem Handbuche der Oryktognosie führt Steffens einen »partiell decrescirenden« Glanzkobalt auf. Die Beschreibung dieses Minerals pafst in vielen Stükken auf das hier beschriebene, und es ist mehr als wahrscheinlich, dafs Steffens diesen kobalthaltigen Arsenikkies damit meint.

Zweite abweichende Art. Dieselbe ist durch ihren starken Zinn- ja fast Silberglanz ausgezeichnet, und ihr grofses specifisches Gewicht =6,78 charakterisirt sie noch mehr. Sie findet sich sowohl derb, als mit mehr oder weniger deutlichen tesseralen Spaltungsflächen und auch in einzelnen Krystallen ausgebildet.

Eine Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

77,84	Arsenik
20,01	Kobalt
0,69	Schwefel
1,51	Eisen
Spur	Kupfer
100,05	

welche ziemlich scharf mit dem numerischen Verhältnifs pafst, welches die Formel

$$Co\,As^3$$

giebt, nämlich:

79,26	Arsenik
20,74	Kobalt
100,00	

sobald man annimmt, dafs etwas Arsenik durch Schwefel, und etwas Kobalt durch Eisen ersetzt sey.

Bei der Analyse dieses Minerals will ich eines Umstandes gedenken, welcher vielleicht Manchem unbekannt seyn könnte. Wenn man nämlich die Auflösung desselben in Salpetersäure oder Königswasser mit Schwefelwasserstoffgas fällt, so erhält man zuerst einen oranienrothen Niederschlag, etwa von der Farbe des Schwefelantimons, aber nicht von der flockigen Beschaffenheit desselben. Nach Verlauf einiger Zeit hört jedoch dieser so gefärbte Niederschlag auf, und es bildet sich dann nur der bekannte des Schwefelarseniks. Unterbricht man die Operation, sobald man das Aufhören des rothen Niederschlags merkt, und filtrirt denselben, so findet man,

dafs sich die abfiltrirte Masse ganz wie Schwefelarsenik verhält. Verflüchtigt man dieselbe jedoch, so läfst sie einen höchst unbedeutenden Rückstand, welcher sich in Salzsäure mit grünlicher Farbe löst, und sich sowohl vor dem Löthrohre, als auf nassem Wege als Kupfer ausweist. Behandelt man das gepulverte Mineral zuerst mit Salzsäure, so wird fast gar nichts von demselben gelöst. Das Wenige des Gelösten giebt aber mit Schwefelwasserstoffgas einen braunschwarzen Niederschlag von Schwefelkupfer. Wird darauf das so durch Salzsäure behandelte Mineral in Salpetersäure oder Königswasser gelöst, so giebt es durch Schwefelwasserstoff nicht mehr jenen oranienrothen Niederschlag. Es ist also hierdurch erwiesen, dafs eine Spur von Kupfer dem Schwefelarsenik eine röthliche Farbe mittheilt. Wahrscheinlich ist dieses Kupfer in einer Spur von mechanisch eingemengtem Kupferkies enthalten.

Das krystallisirte Mineral hat, bei den von mir beobachteten Krystallen, stets die Hauptgestalt des Octaëders mit untergeordneten Würfel-, Rhombendodecaëder- und Ikositetraëder-Flächen. Diese letztere fehlen an keinem Krystalle. Ich mafs den Neigungswinkel einer solchen Fläche zu der des Octaëders, und fand:

$$160^{\circ}\ 33',$$

woraus sich ergiebt, dafs das Ikositetraëder ein 2O2 (Parameter $= 2 : 1 : 2$) ist, also gerade wie es an dem gewöhnlichen Speiskobalt vorkommt.

Ein Verhältnifs, von dem ich mir anfangs ein sehr interessantes Resultat versprach, ist das Vorkommen von Krystallen dieses Minerals, welche mit Krystallen des normalen Kobaltkieses zusammengewachsen sind. Diefs Vorkommen ist nicht so selten, dafs es als eine einzelne Zufälligkeit angesehen werden könnte. So viel ist gewifs, dafs die Zusammenwachsung nicht nach den bisher bekannten Gesetzen der Zwillingsbildung stattfindet; welche Regel aber dabei obwalte, habe ich bis jetzt noch

nicht ausfindig machen können. Sehr wahrscheinlich sind die weifsen Kobaltkrystalle später entstanden, als die röthlichen, weil man fast stets die letzten völlig ausgebildet findet, und die erstere aufsitzend. Sie können sich daher wohl auch ohne Gesetzmäfsigkeit an die hervorstehenden Kanten der Glanzkobaltkrystalle angesetzt haben.

Das hier in Rede stehende Mineral ist offenbar dasselbe, welches Breithaupt schon früher als »Tesseralkies« beschrieben hat; nur standen demselben keine Krystalle zu Gebote. Seit sich aber diese fanden, ist, glaube ich, der Name Tesseralkies nicht mehr passend, da der Würfel an den Krystallen sehr untergeordnet vorkommt, und die tesseralen Spaltungsflächen sich nur an einzelnen Stücken, und selbst da undeutlich (nur im Grofsen) zeigen. Im Kleinen hat das Mineral einen muschligen Bruch, ohne bemerkbares krystallinisches Gefüge. Ich schlage daher vor, dieses Mineral, wegen seines grofsen Arsenikgehaltes, *Arsenikkobaltkies* zu nennen.

Derb vorkommende Kobalterze von den drei hier gedachten Arten kann man, wenn man in Ungewifsheit über ihre Art seyn sollte, sehr leicht durch das Löthrohr unterscheiden. In einer offenen Glasröhre gelind geröstet, giebt der Arsenikkobaltkies ein rosenrothes, der Glanzkobalt ein schmutzig violettes, und der kobalthaltige Arsenikkies ein braunschwarzes Pulver. Zugleich giebt sich ersterer, sowohl im Kolben, wie in der Glasröhre, durch die Menge des sich sehr leicht sublimirenden Arseniks und der arsenichten Säure, so wie durch die nur schwache Spur von Schwefelreaction zu erkennen.

V. *Verhalten des Glases zum schwefelsauren Ammoniak und im Vacuum;*
von R. F. Marchand.

Ein Gemenge von chlorwasserstoffsaurem und salpetersaurem Ammoniak greift Glas, namentlich bleihaltiges, sehr stark an. (Poggend. Annal. Bd. XXIV S. 192.) Ganz ähnlich verhält sich schwefelsaures Ammoniak. Da sich dieses Salz, wenn es im neutralen Zustande angewendet wird, bekanntlich durch Erhitzen in das saure Salz umändert, indem es Ammoniak entweichen läſst, so können wir sie gleich der sauren Verbindung betrachten. Wird dieses in einem Glasgefäſs erhitzt, so beginnt es bei ungefähr 140° C. zu schmelzen; bis zu 280° C. erleidet es keine weitere Veränderung, bei dieser Temperatur aber entweicht Ammoniak, schwefelsaures und schweflichtsaures Ammoniak subimiren sich, und sehr bald bemerkt man nun, daſs das Glasgefäſs stark angegriffen wird. Die ganze innere Oberfläche wird matt, indem sich die Schwefelsäure mit dem Kali und, vielleicht vorübergehend, das Ammoniak mit der Kieselsäure verbindet. Meist zerspringt das Gefäſs, das oft bis in die Mitte des Glases zerfressen ist, und aus den Rissen quillt eine weiſse, feuerbeständige, schwer schmelzbare Salzmasse, die sich vor dem Löthrohre bald als schwefelsaures Kali zu erkennen giebt.

Ich habe ferner sehr oft bemerkt, daſs die (bleihaltigen) Uhrgläser, welche ich anwende, um Substanzen darauf im Vacuum über Schwefelsäure zu trocknen, nach einiger Zeit, ungefähr 2 bis 4 Wochen, stets mit unzähligen Rissen und Sprüngen bedeckt sind, und sich leicht kleine Splitterchen ablösen lassen. Eine Gewichtsabnahme habe ich dabei durchaus nicht bemerken können, weshalb die Erscheinung auch nicht auf Entweichen von eingeschlossener Luft beruhen kann, wie Bischof, der etwas Aehnliches bemerkt hat, anzunehmen geneigt ist. (Poggend. Ann. Bd. I S. 397.) Bei den Glocken der Luftpumpen und anderem Glase habe ich dergleichen niemals wahrgenommen.

VI. Beschreibung einiger chemischen Apparate; von Leopold Gmelin in Heidelberg.

1) Austrocknungsapparat.

Das Trocknen erfolgt in demselben, wie in den ähnlichen von Berzelius und von Liebig (Poggend. Annal. Bd. XXVII S. 301 und 679), durch einen Strom heifser Luft. Die getroffene Abänderung bezweckt einen schnelleren Erfolg und ein bequemeres Abwägen vor und nach dem Trocknen.

Durch die in eine feine Spitze auslaufende, mit trocknem Chlorcalcium angefüllte Röhre *a* (Figur 1 Taf. IV) dringt die Luft herein. Die hufeisenförmige Röhre *bcd* besteht aus einem engeren und einem weiteren Stücke, in welches letztere die Röhre *e* eingeschoben ist. Die Röhre *e* (in Figur 2 Taf. IV vergröfsert und für sich zu sehen) ist an beiden Enden offen, läuft jedoch am unteren in eine nach oben gebogene enge Spitze aus, so dafs von der zu trocknenden Materie, die man in die Röhre schüttet, nichts herausfallen kann. In das untere Ende des weiten Theils der Röhre *bcd*, nämlich bei *c*, ist mit Kleister ein ausgehöhlter Kork geklebt, in welchen das untere Ende der Röhre *e* ganz luftdicht pafst. Hat man demnach die Röhre *e* mit ihrem gröblich gepulverten Inhalte, den man zu trocknen beabsichtigt, gewogen, so schiebt man sie in die Röhre *bcd* und drückt sie mittelst eines hölzernen Stäbchens hinreichend fest in den bei *c* angebrachten Kork, so dafs nachher die Luft genöthigt ist, durch die Röhre *e* hindurchzugehen. Der Kessel *fgh* dient als Wasserbad; sein Deckel hat zur Aufnahme der Röhre *bcd* eine Spalte. Der übrige Apparat ist hinreichend bekannt. Die Austrocknung erfolgt schnell und gleich-

3) Filtrirapparat.

Der von Haüy und Berzelius (Poggend. Ann. Bd. XVIII S. 408 und 411) vorgeschlagene Filtrirapparat ist selbst für die genauesten analytischen Arbeiten nicht genug zu empfehlen. Ich bediene mich desselben fast ausschliefslich, und zwar auf folgende Weise: An einem Stative (*ab* Fig. 5 Taf. IV), aus einem runden Messingstab und einem mit Blei ausgegossenen Fufse bestehend, befinden sich an Armen drei bewegliche Ringe von verschiedener Weite. Man kann sie leicht auf und nieder schieben, und sie bleiben ohne alle Schraube, die nur hindern würde, blofs vermittelst einer in der Hülse angebrachten, gegen den runden Messingstab drückenden Messingfeder in der ihnen ertheilten Lage. Man setzt auf den unteren engen Ring den Trichter mit glattem Filter, welches nicht ganz bis an den Rand des Trichters hinaufreicht; und darunter einen Cylinder oder Kolben zum Auffangen des Filtrates. Die zu filtrirende Flüssigkeit befindet sich in einem Kolben mit etwas engem Halse und glatter Mündung. Man stellt nun den oberen Ring *c* eher etwas zu niedrig als zu hoch über den im Ring *e* befindlichen Trichter, hebt den Trichter bis an den Ring *c* in die Höhe und stülpt den Kolben rasch in das Filter um, so dafs seine Mündung bis in die Spitze des Filters reicht. Hierauf läfst man den Trichter in den Ring *e* herab, und schiebt den Ring *c* so weit in die Höhe, dafs sich das Filter möglichst hoch mit Flüssigkeit füllt, ohne doch überzulaufen. Das Umstülpen erfordert Augenmaafs und Uebung; es kann hiebei etwas herausspritzen, oder das Filter kann überlaufen, besonders wenn der Hals des Kolbens zu weit, wenn das Filter zu klein, und wenn der Kolben mit zu wenig Flüssigkeit oder mit kochender gefüllt ist. Ist der Kolben nur theilweise mit kochender Flüssigkeit gefüllt, so ist das Ueberlaufen des Filters fast unvermeidlich. In einem solchen Fall mufs man den Kolben zuvor mit kal-

kaltem Wasser (oder eine andere schickliche Flüssigkeit) völlig füllen. Die Regeln sind daher: Enger Hals des Kolbens, nicht zu kleines Filter, möglichste Anfüllung des Kolbens mit einer nicht zu heifsen Flüssigkeit und schnelles Umstülpen tief in's Filter hinein. Bei Beobachtung dieser Regeln kann man mit aller Sicherheit verfahren. Vor dem Umstülpen des Kolbens hat man ihn umzuschütteln, damit der Niederschlag nicht auf dem Boden sitzen bleibt. Sollte die Flüssigkeit aus irgend einem Grunde trüb durchlaufen, so wartet man ab, bis sie klar kommt, ersetzt den untergestellten Cylinder durch einen andern, und giefst den Inhalt des ersten nach und nach auf's Filter; um hiefür Platz zu gewinnen, hat man während dieser Zeit die Ringe *c* und *e* etwas zu nähern. Hätte man den Trichter, statt in den Ring *e*, unmittelbar in die Oeffnung eines Gefäfses gesetzt, so würde man, wenn das Filtrat anfänglich trüb kommt, in einige Verlegenheit gerathen. Uebrigens kann man auch bei einiger Uebung die umgestülpte Flasche wieder aus dem Filter herausnehmen. Zu diesem Zweck nähert man zuerst die beiden Ringe *c* und *e*, damit der Wasserstand im Filter möglichst niedrig werde, hebt dann den Trichter bis unter Ring *c* in die Höhe, und wendet dann den Kolben schnell um. Um das Umfallen des Stativs zu verhüten, legt man auf den nach der entgegengesetzten Richtung gedrehten Ring *d* ein Gegengewicht. Während des Filtrirens kann man den Trichter mit Glasplatten etwas zudecken. Ist der Kolben entleert, so wäscht man zuerst mit dem Spritzer die nach unten gekehrte Mündung desselben rein, dann das Innere des Kolbens. Endlich wird das Auswaschen des Filters mit der Berzelius'schen Waschflasche vorgenommen.

Da die zu dieser Waschflasche erforderliche Röhre, deren Verfertigung einen geübten Glasbläser voraussetzt, nicht überall zu erhalten seyn möchte, so empfehle ich statt derselben folgende Einrichtung, welche ich durch

meinen ehemaligen Zuhörer, Hrn. Apotheker Scheeffer in Dirmstein, kennen gelernt habe: Der die Waschflasche schliefsende Korkstöpsel erhält zwei Röhren, eine zwei Mal gebogene, sehr enge, und eine gerade, weite, sich unten zuspitzende (Fig. 6 Taf. IV). Durch die enge Röhre steigt die Luft auf, durch die weite fliefst das Wasser ab. Je gröfser die Entfernung der Spitze der weiten Röhre von dem gebogenen Theile der engen, desto stärker fliefst das Wasser ab, und durch Umstülpen über ein mit Wasser gefülltes Filter läfst sich leicht die richtige Entfernung ausmitteln, bei welcher der Ausflufs aufhört, sobald die Spitze ein Paar Linien im Wasser steht. Während des Auswaschens braucht die Spitze das Filter nicht zu berühren, sondern sie kann mitten in der Flüssigkeit des Filters stehen.

Die Vorzüge der Umstülpungsmethode beim Filtriren sind folgende: Die Filtration erfolgt so schnell als möglich, da sich das Filter immer ganz gefüllt befindet. Man erspart sich die höchst langweilige Arbeit des öfteren Aufgiefsens. Die Gefahr des Mifslingens ist viel geringer; denn, ist einmal das Umstülpen glücklich vollbracht, und dieses hat man bei Beobachtung der oben gegebenen Regeln in seiner Gewalt, so geht das Uebrige auf das Schönste von statten, während bei dem öfteren Aufgiefsen jedesmal Verlust durch Ablaufen der Flüssigkeit oder Trübung durch Ueberlaufen möglich ist. Endlich trocknet der Niederschlag im Kolben nicht an, weil seine Mündung durch die Flüssigkeit des Filters gesperrt ist, und er läfst sich daher mit dem Spritzer leicht rein waschen, während das Antrocknen an dem Cylinder, aus welchen man sonst die Flüssigkeit auf das Filter zu bringen pflegt, einige Umstände veranlafst.

VII. *Vergleichende Untersuchung über das Verhalten des Antimon- und des Arsenikwasserstoffgases, und über die neuesten Methoden das Schwefelarsenik zu reduciren;* *von J. Franz Simon.*

Die interessante Entdeckung Thompson's [1]) und, wie ich so eben ersehe, gleichzeitig Pfaff's [2]), dafs sich Antimon Wasserstoffgas zu einer eigenthümlichen Gasart verund binden, die besonders *das* mit dem Arsenikwasserstoffgas gemein hat, dafs sie, erhitzt, sich unter Abscheidung von Antimonmetall zersetzt, und dafs sie, entzündet, sich eben so verhält, wie das unter gleichen Umständen behandelte Arsenikwasserstoffgas, macht die J. Marsh'sche Methode, welche bis hieher mit Recht so viel Anerkennung gefunden hat, das Arsenik in gerichtlichen Fällen nachzuweisen, sehr unsicher.

Bei meinen unten folgenden Untersuchungen habe ich mich nicht blofs darauf beschränkt, die Angaben beider Chemiker durch eigene Versuche zu bestätigen, sondern ich bestrebte mich zu ermitteln, ob sich bei dem Studium der Eigenschaften dieser beiden Gasarten nicht ein Weg finden liefse, auf welchem, mit der nöthigen Sicherheit, die Beibehaltung besagter Methode bei chemisch-gerichtlichen Untersuchungen zu gründen wäre.

Ich bediente mich bei diesen Arbeiten eines arsenikfreien Zinks und reiner Schwefelsäure; sollte Arsenikwasserstoffgas entwickelt werden, so wurde eine Lösung von arseniger Säure, für Entwicklung des Antimonwasserstoffgases eine Lösung von Brechweinstein ange-

1) Journal für pract. Chemie, Bd. XI S. 369.

2) Poggendorff's Annal. Bd. XXXXII S. 339.

wendet. Es verdient bemerkt zu werden, dafs in beiden Fällen, wenn zur Mischung von Zink und Schwefelsäure die erwähnten Metalllösungen gesetzt wurden, die Entwicklung des Wasserstoffgases ungemein heftig wird, was vorzüglich beim Antimonwasserstoffgase leicht, durch das Hochtreiben der Flüssigkeit, die Versuche stören kann [1]).

1) Das Antimonwasserstoffgas verhält sich, in einer Glasröhre geglüht oder beim Ausströmen entzündet, im Allgemeinen wie das Arsenikwasserstoffgas; aber der Metallspiegel vom Antimon erscheint schon bei einer bei weitem niederen Temperatur als der des Arseniks; ersterer ist, selbst bei gleich dicken Lagen der Metalle, mehr silberglänzend. Ist die Quantität Metall in dem Wasserstoffgase so gering, dafs der Anflug mit geringem oder ohne metallischem Glanz erscheint, so ist der des Antimons dunkelgrau, der des Arseniks dunkelbraun. In der Farbe der brennenden Flamme ist nicht leicht ein Unterschied zu bemerken, eben so wenig in dem Anfluge, der sich unter den verschiedenen Bedingungen an einem darüber gehaltenen Glase oder Porcellanscherben ansetzt.

2) Wasser absorbirt keine der beiden Gasarten.

3) Kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak, concentrirte Salpetersäure bleiben ohne Wirkung auf beide Gasarten.

4) Frisch bereitetes Chlorwasser zersetzt das Antimonwasserstoffgas und hält fast alles Antimon zurück. Die Flamme des durchgeleiteten Gases brennt nur in den ersten Momenten weifs, sodann nimmt sie die Farbe des

1) Bei den besten Vorsichtsmafsregeln kann man sich, besonders wenn man sich länger mit Arsenikwasserstoff zu arbeiten genöthigt sieht, nicht ganz der Einwirkung desselben entziehen. Bei mir zeigte sich dieselbe nicht in Kopfschmerzen, Schwindel, Uebelkeit, sondern in hartnäckiger Verstopfung und Unverdaulichkeit.

reinen Wasserstoffgases an. Das Chlorwasser trübt sich hierbei und setzt weifse Flocken ab, zugleich verliert es den Geruch vollkommen und reagirt stark sauer. In dem so veränderten, abfiltrirten Chlorwasser konnte kein Antimon nachgewiesen werden. Die gesammelten und gewaschenen Flocken lösten sich nicht in Salpetersäure oder Chlorwasserstoffsäure, färbten sich mit Schwefelwasserstoffwasser orange, waren also für antimonige Säure oder für Antimonsäure zu halten. Pfaff konnte bei einem ähnlichen Versuch keine Einwirkung des Chlorgases auf Antimonwasserstoffgas beobachten. — Arsenikwasserstoffgas verhält sich wie Antimonwasserstoffgas, aber es bildet keine Flocken, das Chlorwasser verliert ebenfalls den Geruch und reagirt stark auf Arsenik (arsenige Säure).

5) Eine spirituöse *Jodlösung* wirkt zersetzend auf Antimonwasserstoffgas; es wurde jedoch nicht alles Antimon absorbirt, denn die Flamme brannte noch etwas weifs, und beim Erhitzen des Glasrohrs zeigte sich gleichfalls ein Metallspiegel. Die Jodlösung entfärbt sich nach und nach; es bilden sich weifse Flocken, die durch Braun in Schwarz übergehen. Die vom Niederschlage gesonderte wasserhelle Flüssigkeit liefs kein Antimon entdekken. Der gewaschene Niederschlag wird, mit Salpetersäure erhitzt, weifs, löst sich in Chlorwasserstoffsäure, bei welchen beiden Einwirkungen eine Abscheidung von Jod nicht bemerkt wird, und verhält sich, in einem Glasröhrchen erhitzt, wie Antimonmetall. — Arsenikwasserstoffgas verhält sich sehr ähnlich; es wird nicht alles Arsenik zurückgehalten, die Jodlösung entfärbt sich, und nach sehr lange fortgesetzter Einwirkung zeigt sich eine geringe Menge schwarzen Präcipitats. In der wasserhellen Flüssigkeit zeigen Reagentien einen aufserordentlich starken Gehalt an Arsenik als arsenige Säure aufgelöst.

6) *Bromlösung* hält, wenn man Antimonwasserstoff hindurchleitet, alles Antimon zurück; das entweichende

Gas setzt daher keinen Metallspiegel ab, brennt nicht mit weifser Farbe. Die Bromlösung trübt sich nach und nach, ohne sich zu entfärben; es setzen sich weifse Flokken ab. In der abfiltrirten Flüssigkeit ist kein Antimon enthalten. Die Flocken, gehörig ausgesüfst, werden von Salpetersäure nicht gelöst, lassen aber Brom bemerken; von Chlorwasserstoffsäure werden sie unter Abscheiden von Brom gelöst, und geben mit Schwefelwasserstoff Kermes (vielleicht ein Bromantimon?) — Arsenikwasserstoff, durch eine Bromlösung geleitet, läfst alles Arsenik zurück, die Flüssigkeit entfärbt sich nicht vollkommen, trübt sich nicht. Mit Chlorwasserstoffsäure und Schwefelwasserstoff behandelt, zeigt sie Arsenik. Sie verdampft mit Ausstofsen weifser, dicker, stechend riechender Dämpfe (Bromwasserstoffsäure). Destillirt geht eine schwach nach Brom riechende Flüssigkeit über, die mit Silber einen weifsen, in Ammoniak löslichen Niederschlag giebt, und kaum merklich auf Arsenik reagirt. Der Rückstand enthält sehr viel Arsenik. Es bildet sich in den Versuchen 4, 5, 6 Chlor-, Jod-, Bromwasserstoffsäure.

7) Durch frisch bereitetes *Schwefelwasserstoffwasser* geleitetes Antimonwasserstoff und Arsenikwasserstoff werden nicht verändert, auch dann nicht, wenn dem Wasser Kali oder Ammoniak zugesetzt wird. Auch wenn man Schwefelwasserstoffgas und Antimon- oder Arsenikwasserstoffgas über Wasser gemischt auf einander wirken läfst, zeigt sich keine Reaction.

8) *Sublimatlösung* hält, wenn man einen langsamen Strom von Antimonwasserstoffgas durchleitet, alles Antimon zurück. Die Sublimatlösung trübt sich, es setzen sich weifse Flocken ab, die durch Grau in Sammtschwarz übergehen. Ein graues Präcipitat wurde, mit Salpetersäure erhitzt, weifs; die Säure enthielt Antimon, der weifse Rückstand war Calomel. Die von dem grauen Präcipitat abfiltrirte Flüssigkeit enthielt noch Quecksilber.

Ein schwarzes Präcipität wurde nach dem Kochen mit Wasser grau, gab, getrocknet und in einer Röhre erhitzt, Calomel und eine gelbe nicht sublimirbare schmelzende Masse, die ich für antimonige Säure hielt. Pfaff erhielt bei der Analyse dieses Niederschlags ebenfalls Calomel und Antimonoxyd. — Arsenikwasserstoff weicht hier etwas ab. Es wird alles Arsenik zurückgehalten, wenn die Gasentwicklung nicht zu stürmisch ist. Bei der ersten Einwirkung des Gases auf die Sublimatlösung zeigt sich eine gelbe Färbung und eben solcher Niederschlag, der endlich durch Braun in Schwarz übergeht. Die vom Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit enthält kein Quecksilber mehr, sondern nur Arsenik als arsenige Säure aufgelöst. Der schwarze Niederschlag mit Wasser gekocht zieht sich bedeutend zusammen, und zeigt sich als Quecksilbermetall.

9) *Salpetersaures Silber* wirkt sehr zersetzend auf Antimonwasserstoffgas, wenn man dieses durch seine Auflösung leitet. Alles Antimon wird zurückgehalten; es zeigt sich bald eine schwarze Trübung und dann ein sammtschwarzer Niederschlag. Die darüber stehende klare Flüssigkeit enthält kein Antimon. Der schwarze Niederschlag löst sich in Chlorwasserstoffsäure, mit Hinterlassung von Hornsilber; die Chlorwasserstoffsäure enthält Antimon (Antimonsilber). — Arsenikwasserstoffgas verhält sich ganz wie Antimonwasserstoffgas. Der hierbei sich bildende Niederschlag ist reines Silber ohne Beimengung von Arsenik (durch das Löthrohr und durch Auflösen in Salpetersäure und vorsichtiges Sättigen mit Ammoniak geprüft) Die über den schwarzen Niederschlag stehende klare Flüssigkeit enthält arsenigsaures Silber gelöst, was sich leicht durch Ammoniak fällen läſst.

10) Eine *essigsaure Bleilösung*, die Lösungen von *schwefelsaurem Zink* und *Eisenchlorür* wirken weder auf Antimon- noch auf Arsenikwasserstoffgas.

11) *Schwefelsaure Kupferlösung* wirkt nur nach lange fortgesetztem Hindurchleiten von Antimonwasserstoffgas zersetzend auf dieses; es scheiden sich schwarze Flocken ab, aber nur ein geringer Theil Antimon scheint dabei dem Gase entzogen zu werden. Die Kupfersalzlösung wird dabei nicht oder unbedeutend entfärbt. Die schwarzen Flocken bestehen aus Antimon und Kupfer. Pfaff beobachtete bei der Einwirkung des Antimonwasserstoffgases auf schwefelsaure Kupferlösung keine Zersetzung, wahrscheinlich weil er das Gas nicht hinreichend lange durchstreichen liefs. — Arsenikwasserstoffgas verhält sich ganz wie das vorhergehende; es werden auch nur eine geringe Menge Flocken gebildet.

12) *Chlorplatinlösung* wird sowohl beim Hindurchstreichen des Antimonwasserstoffgases wie auch des Arsenikwasserstoffgases schnell schwarz gefärbt, und bald eben so gefällt; dabei werden die Metalle aus ihren Gasen vollkommen absorbirt. Die Niederschläge bestehen das eine Mal aus Antimon und Platin, und das andere Mal aus Arsenik und Platin.

13) Eine *Brechweinsteinlösung* wird nicht verändert wenn Arsenikwasserstoffgas hindurch streicht, und umgekehrt eine Lösung der arsenigen Säure nicht, wenn Antimonwasserstoffgas hindurchstreicht. Eben so wenig wirken die beiden Gase auf einander, wenn sie zusammengeleitet werden.

14) Wenn man Schwefelarsenik zu einer Mischung von Schwefelsäure und Zink thut, aus der sich Wasserstoffgas entwickelt, so wird gleichfalls Arsenikwasserstoffgas gebildet. Auf gleiche Weise wird Antimonwasserstoffgas gebildet, wenn man statt des Schwefelarseniks Kermes hinzufügt.

15) Löst man, wie Liebig zur Reduction des Schwefelarseniks vorschlug, Kermes in kaustischer Kalilauge, fügt Bleizuckerlösung hinzu, und darauf Schwefelsäure und Zink, so bildet sich auch Antimonwasserstoffgas.

Aus diesen, den Gegenstand ziemlich erschöpfenden

Versuchen geht hervor, dafs es in der That kein Mittel giebt, auf eine augenfällige und sichere Weise das Antimonwasserstoffgas von dem Arsenikwasserstoffgas zu unterscheiden, wenn man nicht zur weiteren Untersuchung der Flüssigkeiten schreiten will, durch welche man das Gas geleitet hat, und wo dann die Auflösung des salpetersauren Silbers, des Quecksilberchlorids und etwa, aber weniger gut, des Broms sich am besten eigenen möchten. Aber auch hier würde man wahrscheinlich mit grofsen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, wenn beide Gase gemengt wären. Da aber Brechweinstein leichter als irgend ein anderes Metall bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen in den verdächtigen Flüssigkeiten für sich oder neben Arsenik vorkommen dürfte, so möchte dieses eine hinreichende Motive seyn, die J. Marsh'sche Ermittlungsmethode ganz fallen zu lassen, überdem da es uns gar nicht an ganz zweckmäfsigen, sicheren und leicht auszuführenden Methoden, Schwefelarsenik zu reduciren, fehlt.

Ich habe die in der neusten Zeit wieder bekannt gemachten Methoden genau geprüft, und unter denselben die von Berzelius [1]), wo man das Schwefelarsenik mittelst einer mit Soda getränkten und wieder geglühten Holzkohle reducirt, als sehr zweckmäfsig und leicht ausführbar gefunden. Ich möchte hierbei nur bemerken, dafs man den Kohlensplitter nicht gern kürzer anwendet, wie Berzelius vorschlägt, und ihn so auswählt, dafs er den Raum des Röhrchens, wo er liegt, möglichst ausfüllt; man bemerkt alsdann keine Sublimation von Schwefelarsenik, und erhält von der kleinsten Menge angewendeter Schwefelverbindung einen schönen Metallspiegel. Eben dasselbe läfst sich von der Anwendung einer in Silberlösung getränkten und wieder geglühten Kohle, wie es Runge [2]) vorschlägt, sagen.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXII S. 163.

2) Ebendaselbst, Bd. XXXXII S. 163.

Duflos [1]) hat vorgeschlagen, die auf Arsenik zu untersuchende, von organischer Beimischung freie Substanz mit dem 20fachen eines Gemisches aus gleichen Theilen Sauerkleesalz und kohlensauren Kalk zu mengen, die Mischung möglichst auszutrocknen, und $\frac{1}{10}$, höchstens $\frac{1}{4}$ Gr. davon in einer Glasröhre, nachdem durch langsames Erwärmen die Luft entfernt ist, mit dem Löthrohr zu glühen; man soll dann oberhalb des Gemisches den Arsenikspiegel erhalten. Es hat mir nicht gelingen wollen, auf diese Weise ähnliche Metallspiegel zu erhalten, wie nach den beiden vorhergehenden Angaben. Aus den obersten Schichten des Gemisches entweicht immer etwas Schwefelarsenik unzersetzt, überdem mufs man nicht unterlassen das Röhrchen bei so kleinen Mengen, wie $\frac{1}{10}$ Gr. des Gemisches, worin sich nur $\frac{1}{200}$ Gr. Schwefelarsenik befinden, sehr fein auszuziehen; aber auch dann erhielt ich keine Metallspiegel, die sich mit den obigen vergleichen liefsen.

Die Methode, welche ich in diesen Annal. (Bd. XXXIX S. 157) angegeben habe, das Schwefelarsenik mittelst kaustischer Kalkerde zu reduciren, habe ich in sofern vervollkommt, als ich dem wohl ausgeglühten kaustischen Kalke etwa die Hälfte seines Volumens in einem verdeckten Tiegel geglühtes feines Kohlenpulver zumische, und mit dieser Mischung, die sich in einer wohl verschlossenen Flasche längere Zeit sehr gut aufbewahren läfst, wie früher angegeben, verfahre. Hierdurch erreiche ich den Zweck, dafs alles Arsenik reducirt wird, und ich habe wirklich von der kleinsten Quantität noch einen schönen, reinen Metallspiegel erhalten. Da das Vorstofsen der Reductionsmischung, welches Berzelius tadelt, nicht stattfinden kann, wenn man, wie schon früher von mir angegeben, eine kleine Quantität Sóda

1) Pharm. Centralbl. 1837, S. 851.

vor dem Kalke anschmilzt, so steht diese Methode, in Bezug auf sichere und leichte Ausführbarkeit keiner andern nach.

Bei diesen vier letzten Verfahren [1]), so wie bei der von Liebig und Rose, endlich auch bei der von mir angebenen, wo man die verdächtige Schwefelverbindung in glühenden Salpeter trägt und das arseniksaure Silber nachweist, — bei allen diesen Methoden kann *Schwefelantimon, unter welchen Bedingungen es sey, nie eine Täuschung verursachen*, wovon ich mich für jeden einzelnen Fall speciell überzeugt habe.

Zinn, Platin, Silber, Chrom, Quecksilber, Blei und einige andere Metalle wurden als Salze mit Schwefelsäure und Zink zusammengebracht, aber keine Verbindung irgend eines derselben mit Wasserstoffgas erhalten.

VIII. *Ueber die chemische Zusammensetzung des Periklin; von M. C. J. Thaulow.*

Die einzige Analyse, welche wir vom Periklin besitzen, ist die, welche von Chr. Gmelin mit dem Periklin von Zöblitz in Sachsen angestellt ist [2]), einer derben Varietät, an welcher Breihaupt zuerst die Gharaktere der Gattung bestimmt hat.

1) Alle übrigen Verfahrungsarten habe ich in der von mir und dem Dr. Sobernheim verfafsten practischen Toxikologie zusammengestellt. Simon.

2) Kastner's Archiv der Naturlehre, 1824, Heft 1.

Gmelin fand bei der Analyse:

Kieselsäure	67,940
Thonerde	18,932
Natron	9,986
Kali	2,412
Kalkerde	0,150
Eisenoxydul	0,481
Glühungsverlust	0,360
	100,261.

Die gefundene Zusammensetzung weicht hiernach nur durch den geringen Kaligehalt von der des Albits ab. Da sie aber nur bei einer derben Varietät gefunden ist, so schien es von Interesse, auch eine krystallisirte Varietät zu analysiren, um zu ersehen, ob der geringe Kaligehalt sich auch bei dieser finde. Hr. Prof. G. Rose theilte mir deshalb einen deutlich krystallisirten Periklin vom Gotthardt mit, den ich im Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose analysirte.

Um die Menge der Kieselsäure und der Thonerde zu bestimmen, wurde auf die gewöhnliche Weise verfahren; 2,237 Grm. vom geschlämmten Mineral wurden mit dem 3fachen Gewicht von trocknem kohlensauren Natron im Platintiegel geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser und Salzsäure behandelt, durch Uebersättigung mit Salzsäure der gröfste Theil der Kieselsäure ausgeschieden, und zur völligen Abscheidung der Kieselsäure alles vorsichtig in einer Porcellanschale zur Trocknifs eingedampft. Die trockne Masse wurde mit Salzsäure betröpfelt, hierauf die Kieselsäure mit warmem Wasser ausgesüfst, und alsdann getrocknet, geglüht und das Gewicht derselben bestimmt, welches 1,544 Grm. betrug. Aus der Flüssigkeit wurde die Thonerde durch Ammoniak niedergeschlagen. Die ausgewaschene, getrocknete und geglühte Thonerde wog 0,446 Grm.

Nachdem die Thonerde durch Ammoniak gefällt war,

wurde sogleich zu der von der Thonerde abfiltrirten ammoniakalischen Flüssigkeit etwas Oxalsäure gesetzt, wodurch nach längerem Stehen etwas oxalsaurer Kalk niedergeschlagen wurde. Der ausgewaschene und getrocknete oxalsaure Kalk wurde durch schwaches Glühen in kohlensauren Kalk verwandelt, welcher 0,008 Grm. betrug.

Zur Bestimmung der Alkalien wurden 4,53 Grm. vom fein geschlämmten Mineral in eine grofse Platinschale mit frisch dargestellter concentrirter Flufssäure übergossen; hierdurch wurde unter starker Wärmeentwicklung die Kieselsäure fortgeschafft, indem sich Fluorkieselgas entwickelte; nur eine unbedeutende Menge des Minerals blieb unaufgelöst. Nachdem alles in der Platinschale bis fast zur Trocknifs abgedampft war, wurde concentrirte Schwefelsäure hinzugesetzt und von Neuem erhitzt, wodurch die letzten Spuren von Fluorkieselgas und Flufssäure ausgetrieben wurden. Durch anhaltendes Erhitzen wurde die überschüssige Schwefelsäure verjagt, dann alles mit etwas Salzsäure übergossen und in Wasser aufgelöst. Hiebei blieb etwas unaufgelöst, welches unaufgeschlossenes Mineral war; dieses wog 0,087 Grm.

Aus der erhaltenen Auflösung wurde die Thonerde durch Ammoniak gefällt, und die kleine Menge Kalk durch Oxalsäure.

Die zurückbehaltene Flüssigkeit, welche also noch die in dem Mineral enthaltenen Alkalien enthielt, wurde in einer grofsen Platinschale vorsichtig zur Trocknifs abgedampft und zur Verjagung der überschüssigen Schwefelsäure stark erhitzt. Um die Schwefelsäure vollständig zu verjagen, wurden kleine Stückchen von festem kohlensauren Ammoniak hinzugesetzt und von Neuem erhitzt. Die trockne Salzmasse wurde in einen kleinen Platintiegel gebracht, anhaltend geglüht, bis kein Gewichtsverlust mehr stattfand, und alsdann gewogen. Das Gewicht betrug 1,19 Grm.; diese schwefelsaure Verbin-

dung konnte nur schwefelsaures Kali, oder schwefelsaures Natron, oder ein Gemisch von beiden seyn. Um diefs zu bestimmen, wurde das geglühte und gewogene Salz in sehr wenigem Wasser aufgelöst; hierbei blieb aber etwas ungelöst, welches Kieselsäure war. In einer ziemlich geräumigen Flasche wurde diese Auflösung mit Platinchlorid und mit Alkohol versetzt. Nach 24 Stunden hatte sich indessen kein Kalium-Platinchlorid ausgeschieden, sondern es war ein weifser Absatz gebildet, welcher ausgewaschen, geglüht und gewogen wurde; das Gewicht betrug 0,016 Grm. Vor dem Löthrohre verhielt sich dieser Absatz wie Kieselsäure. Das Mineral enthielt also hiernach kein Kali, sondern nur Natron. Um aber überzeugt zu seyn, dafs das Alkali wirklich Natron sey, wurde die mit Platinchlorid und Alkohol versetzte Auflösung des schwefelsauren Salzes, nachdem die kleine Menge Kieselsäure durch Filtration getrennt war, in einer Platinschale zur Trocknifs abgedampft und die trockne Masse geglüht, wodurch sich metallisches Platin bildete. Das Alkalisalz wurde hierauf durch warmes Wasser ausgezogen, und das noch in der Auflösung enthaltene nicht reducirte Platin durch Schwefelwasserstoffwasser niedergeschlagen. Die vom Schwefelplatin abfiltrirte Flüssigkeit wurde wiederum zur Trocknifs abgedampft und das Gewicht des trocknen Salzes bestimmt. Die wäfsrige Auflösung dieses schwefelsauren Salzes, welche völlig neutral reagirte, bildete, beim ruhigen Verdampfen, verwitternde Krystalle, welche für schwefelsaures Natron erkannt wurden. Aus dem schwefelsauren Natron wurde nun die Menge des Natrons berechnet.

Durch diese Analysen wurde gefunden:

Kieselsäure	69,00
Thonerde	19,43
Natron	11,47
Kalk	0,20
	100,10.

Es ergiebt sich hieraus, dafs der krystallisirte Periklin sich in der chemischen Zusammensetzung von dem Albite gar nicht unterscheidet. Es ist daher möglich, dafs der geringe Kaligehalt des derben Periklins von Zöblitz nur von etwas eingemengtem Feldspath herrührt.

Nachtrag.

Die wichtigsten mineralogischen Unterschiede, welche nach den bisherigen Beobachtungen zwischen dem Periklin und Albit stattfinden, bestehen in den Krystallwinkeln und in dem specifischen Gewichte.

Die Unterschiede in den Winkeln ergeben sich aus folgender Zusammenstellung. Es beträgt nämlich, nach Breithaupt, beim Periklin [1]), und, nach meinen Messungen, beim Albit [2]):

		beim Periklin.	beim Albit.
die Neigung von	*P* : *M*	93° 19′	93° 36′
- - -	*P* : *T*	114 45	115 5
- - -	*T* : *l*	120 37	122 15
- - -	*M* : *T*	120 18	117 53
- - -	*M* : *l*	119 5	119 52

Diese Unterschiede sind demnach zuweilen ziemlich bedeutend, können indessen kaum in Anschlag gebracht werden, da die Flächen des Periklins immer mehr oder weniger stark gestreift und gewölbt, und die Krystalle daher zu genauen Winkelmessungen nicht geeignet sind. Die vier letzten Winkelangaben hält Breithaupt selbst für nicht genau, doch möchte davon auch wohl die erste nicht auszuschliefsen seyn.

1) Vollständige Charakteristik des Mineralsystems, 3. Aufl. S. 157.

2) Gilbert's Annalen, 1823, St. 2. Die Namen der Flächen beziehen sich auf die hier befindlichen Krystallfiguren.

Es bleiben also nur die Unterschiede im specifischen Gewichte, welches nach den verschiedenen Beobachtungen beim Periklin zwischen 2,54 und 2,57, beim Albit dagegen zwischen 2,61 und 2,63 schwankt [1]). Um mich selbst von dem geringeren specifischen Gewichte des Periklins zu überzeugen, wog ich vier gröſsere und mehrere kleinere Krystalle aus Tyrol, und fand das specifische Gewicht der ersteren =2,437, das der letzteren etwas höher =2,457, also immer noch niedriger, als oben angegeben ist. Da es zu vermuthen war, daſs dieses geringe specifische Gewicht nur von der Porosität der Periklinkrystalle, die wahrscheinlich eine Folge ihrer häufigen Zwillingsverwachsung ist, herrührt, so wurden die vier ersten Krystalle zu einem gröblichen Pulver zerrieben und nun wieder gewogen, wo ich allerdings ihr specifisches Gewicht viel höher, bei einem Versuche =2,645, bei einem anderen =2,637 fand. Das specifische Gewicht des Periklins übersteigt demnach noch etwas das specifische Gewicht des Albits, aber dieses möchte vielleicht selbst noch etwas höher ausfallen, wenn man den Albit im pulverförmigen Zustand anwendet.

Auſserdem zeichnet sich der Periklin noch vom Albit durch eine eigenthümliche Zwillingsverwachsung und durch geringere Durchsichtigkeit aus. Die Zwillingsverwachsung, die bei dem Periklin schon länger erkannt, aber zuerst von Kayser richtig beschrieben ist [2]), geht parallel der Fläche *P*. Sie kommt bei dem Periklin vom Gotthardt und aus Tyrol sehr häufig vor, und ist beim Albit noch nicht beobachtet worden, zeigt aber keine specifische Verschiedenheit, sondern nur eine Eigenthümlichkeit gewisser Localitäten an. Dasselbe gilt auch von der geringeren Durchsichtigeit des Periklins, die auſserdem

1) Vollst. Charakteristik des Mineralsystems, S. 157 und 161.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIV S. 112.

dem auch noch bei mehreren Albiten (wie bei dem Albite von Alabaschka, bei Mursinsk im Ural, und von Arendal) vorkommt.

Da nun, nach dem vorigen Aufsatze, auch die chemische Zusammensetzung des Periklins mit der des Albits übereinstimmt, so folgt wohl daraus, dafs man nach den jetzigen Erfahrungen nicht berechtigt ist, den Periklin als Species von dem Albite zu trennen.

G. Rose.

IX. *Ueber eine neue Verbindung der schwefelsauren Talkerde mit Wasser; von J. Fritzsche.*

(Mitgetheilt vom Verfasser aus den Berichten der Petersburger Academie.)

Setzt man eine concentrirte Lösung von schwefelsaurer Talkerde einer Temperatur von 0° aus, so bildet sich darin, zugleich mit blättrigen Eiskrystallen, ein emailweifses Salz, in gröfseren oder kleineren Krystallen, je nachdem man eine gröfsere oder kleinere Menge der Flüssigkeit anwendet. Läfst man grofse Massen einer solchen Auflösung im Winter langsam gefrieren, so sondert sich dieses Salz in oft fingerlangen Krystallen aus, und man kann es dann bei langsamem Aufthauen der Flüssigkeit von den Eiskrystallen getrennt erhalten, indem seine Krystalle bei 0° in der Flüssigkeit unverändert bleiben. Die emailweifse Farbe der im Kleinen dargestellten Krystalle beruht nur darauf, dafs sie aus einem Conglomerate sehr vieler kleiner Krystalle bestehen; die einzelnen Krystalle, welche man bei der Darstellung im Grofsen erhält, besitzen diese Farbe nicht, sondern sind wasserhell und durchsichtig. Wird diese Verbindung einer Temperatur über 0° ausgesetzt, so be-

ginnt sie sehr bald sich zu zersetzen; Wasser wird abgeschieden, sie wird undurchsichtig und es bildet sich das gewöhnliche Bittersalz mit 7 Proportionen Wasser, von dem das ausgeschiedene Wasser so viel auflöst, als es bei der jedesmaligen Temperatur zu einer gesättigten Auflösung bedarf. Die Krystalle behalten dabei ihre äufsere Form, werden aber in ihrem Inneren ganz von kleinen Bittersalzkrystallen durchzogen, und stellen, nachdem sie trocken geworden sind, nur ein Haufwerk dieser Krystalle dar.

Um den Wassergehalt dieser neuen Verbindung zu bestimmen, versuchte ich zuerst einzelne kleine, durchsichtige Krystalle zwischen Fliefspapier so abzutrocknen, dafs die Einwirkung der Handwärme möglichst vermieden wurde; dennoch aber wurden sie auf ihrer Oberfläche undurchsichtig. Bei der Analyse gaben sie dann folgende Resultate:

I. 0,443 Grm. gaben nach dem Glühen einen Rückstand von 0,166 Grm. trockner schwefelsaurer Talkerde, welche sich vollkommen in Wasser löste.

II. 1,016 Grm. gaben 0,374 Grm. Rückstand.

III. Gaben 0,177 Grm. von Krystallen, welche einige Tage lang bei einer niedrigen Temperatur der Luft ausgesetzt gewesen und dabei undurchsichtig geworden waren, 0,068 Grm. wasserfreies Salz.

Diese drei Versuche geben folgende procentische Zusammensetzung:

	I.	II.	III.
$\dot{M}g\dddot{S}$	37,47	36,81	38,42
$\dot{H}$	62,53	63,19	61,58
	100,00	100,00	100,00

nach welcher der Wassergehalt zwischen 11 und 12 Proportionen schwankt; es schien mir wahrscheinlicher, dafs durch das Trocknen Wasser verloren gegangen war,

als dafs die einzelnen, vorher klaren und durchsichtigen Krystalle noch Wasser eingeschlossen enthalten hätten, und ich stellte daher neue Glühungen mit ganz durchsichtigem Salze an. Ich hatte beinahe handgrofse Gruppirungen gröfserer Krystalle bekommen, liefs diese mehrere Tage lang unzerbrochen auf Papier bei 0° an der Luft liegen, und fand dann in ihrem Inneren grofse, trockene, durchsichtige Blätter, welche sich beim Zerbrechen als solide Krystalle erwiesen, und beim Berühren mit der Hand sehr bald weifs auf der Oberfläche wurden; diese wandte ich nun zur Analyse an.

I. 1,263 Grm. gaben 0,455 Grm. wasserfreies Salz.

II. 1,170 Grm. gaben 0,119 Rückstand.

III. 0,884 Grm. hinterliefsen 0,325 trockne schwefelsaure Talkerde.

Diese Resultate stimmen nun fast genau mit der Formel $\dot{Mg}\dddot{S}+12\dot{H}$, und man mufs diese daher als die richtige betrachten.

	Gefunden.		
	I.	II.	III.
$\dot{Mg}\dddot{S}$	36,02	35,81	36,55
$\dot{H}$	63,98	64,19	63,45
	100,00	100,00	100,00.

Berechnet.

$$\left.\begin{array}{r}36,01\\63,99\end{array}\right\}=\dot{Mg}\dddot{S}+12\dot{H}$$

100,00.

An der geglühten schwefelsauren Talkerde fand ich die Eigenthümlichkeit, dafs sie beim Uebergiefsen mit Wasser zu einem feinen Pulver zerfiel, welches sich nicht sogleich in dem Wasser auflöste. Unter dem Mikroskope konnte ich keine krystallinische Structur an diesem Pulver erkennen, welches aus eckigen, rundli-

chen Bruchstücken von fast gleicher Gröſse bestand. Meine Bemühungen, dieses Pulver von der Flüssigkeit zu trennen, waren vergebens; denn sobald auf dem Filter die Flüssigkeit durchgelaufen war, hatte sich auch jenes Pulver gröſstentheils in Bittersalzkrystalle verwandelt. Vielleicht ist dieſs die Verbindung des Salzes mit der einen Proportion Wasser, welches Graham das salinische nennt, und das, nach seinen Versuchen, noch bei ziemlich hoher Temperatur zurückgehalten wird.

X. *Bemerkungen über den schwarzen Turmalin vom Sonnenberge bei Andreasberg.*

Durch die Güte des Hrn. Hausmann jun. erhielt ich mehrere sehr vollständig ausgebildete Turmalinkrystalle vom Sonnenberge bei Andreasberg, nebst deren Beschreibung, welche letztere ich nicht unterlassen kann, hier mitzutheilen, da sie nicht allein meine frühere Beschreibung dieser Krystalle [1]) vervollständigt, sondern auch von Interesse für die Krystallform des Turmalins im Allgemeinen ist. Ich lasse die Beschreibung des Hrn. Hausmann hier wörtlich folgen:

»Auſser den Rhomboëdern R, $2r'$ und $4r$ [2]) finden sich bisweilen die Flächen von $\frac{r'}{2}$, aber nur am Ende B, und stets mit matter Oberfläche (s. Krystall No. 1) [3]).

Ebenfalls nicht häufig, aber gewöhnlich sehr nett ausgebildet, zeigen sich die Flächen des Skalenoëders 5 (s. Krystalle No. 2, a, b, c). Sie sind immer mit dem

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIX S. 297.

2) Vergl. Taf. III Fig. 11.

3) Bezieht sich auf die Krystalle, die Hr. Hausmann mir mit der Beschreibung übersandt hat.

Rhomboëder $4r$ verbunden, indem dieses die stumpfen Polkanten des Skalenoëders gleichwinklig abstumpft, und kommen nur an dem Ende A vor.

Was endlich die Prismenflächen anbetrifft, so findet sich in der Regel das dreiseitige mit dem sechsseitigen combinirt; bisweilen aber kommen die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma's homoëdrisch vor (s. Krystall No. 3). Der Werth dieser Flächen ist aber nicht immer gleich; indem, wenn sie alle sechs ausgebildet sind, bald die gegen die R Flächen am A Ende, bald die gegen die R Flächen am B Ende gestellten, vorherrschen (s. Krystalle No. 4, a und b).«

Aufser den früher von mir beschriebenen Flächen findet sich also an diesen Krystallen noch die zweite Hälfte g' der Flächen des ersten dreiseitigen Prisma's, die Flächen des Skalenoëders 5 an dem Ende A und die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders $\frac{r'}{2}$ an dem Ende B. Die Flächen des Skalenoëders kommen zuweilen noch gröfser vor, als in der Zeichnung angegeben ist, so dafs sie die Flächen des Hauptrhomboëders R nicht blofs in einem Punkte berühren, sondern auch in einer Kante schneiden; in welchem Fall man sehr deutlich den Parallelismus der Kanten zwischen den Flächen R, 5, a und dem unteren R sieht. Hieraus, wie aus dem Parallelismus der Kanten, den zwei benachbarte Skalenoëderflächen auf den Flächen des zweiten spitzeren Rhomboëders $4r$ bilden, ergiebt sich schon ohne Messung, dafs das an diesen Krystallen vorkommende Skalenoëder das Skalenoëder $5 = (\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}a : c)$ ist.

Die Krystalle vom Sonnenberg bieten demnach das erste entschiedene Beispiel von Turmalinkrystallen dar, an denen die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders an dem Ende B, d. i. dem Ende, welches bei abnehmender Temperatur positiv elektrisch wird, und die Flächen eines Skalenoëders an dem Ende A, dem Ende

welches bei abnehmender Temperatur negativ elektrisch wird, vorkommen. Besonders bemerkenswerth sind die Krystalle aber dadurch, daſs die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma's nicht allein homoëdrisch vorkommen, sondern die Flächen der einen gewöhnlich fehlenden Hälfte g' sogar zuweilen gröſser sind, als die der Hälfte g. Dieſs ist zwar nur sehr selten der Fall, wie überhaupt schon auch an diesen Krystallen die Flächen g' nur selten vorkommen, ist jedoch an mehreren der überschickten Krystalle ganz deutlich. Es bleibt in diesem Fall also nur der verschiedene Glanz der Flächen des Hauptrhomboëders R übrig, der das elektrisch-positive oder negative Ende verräth, indem auch hier diese Flächen an dem letzteren Ende glänzend, an dem ersteren aber matt sind.

Gustav Rose.

XI. *Mineralogische Notizen*; *von Hrn.* J. *Brooke.*

(*Phil. Mag. Ser. III T. XI p.* 175 *et* 261.)

1) *Blei-Muriocarbonat*, auf einer Stufe aus Cornwall sitzend, hatte die in Taf. III Fig. 12 abgebildete Gestalt, mit folgenden Winkeln:

$P : M = 90°$	$M : a = 126° \; 20'$
$P : a = 123 \; \; 6'$	$M : b = 145 \; \; 47$
$P : b = 112 \; \; 22$	$M : d = 135$
	$M : e = 153 \; \; 26$

[Hienach kommen den Flächen folgende Zeichen zu:

$a = a : a : c$	$M = a : \infty a : \infty c$
$P = \infty a : \infty a : c$	$e = a : \frac{1}{2} a : \infty c$
$d = a : a : \infty c$	$d = a : \frac{1}{2} a : c$].

Auf derselben Stufe fand sich *Chlorblei*, in gelblich weifsen, sehr dünnen, unregelmäfsig gekrümmten, durchscheinenden Krystallen, die indefs keine Messung zuliefsen.

2) *Krystallform des Pyrosmalit.* Siehe Taf. III Fig. 10. Die Winkel daran betragen $P:a=148^\circ\ 30'$; $P:b=129^\circ\ 13'$; $P:M=90^\circ$; $M:M'=120^\circ$.

XII. *Auffindung von Steinsalz in den preufsischen Staaten.*

Obgleich die Provinz Sachsen einen übergrofsen Reichthum an Salzquellen besitzt, von denen einige, wie zu Halle und Stafsfurt, einen beträchtlichen Gehalt zeigen, so war dennoch das Vorhandenseyn von Steinsalz bisher in derselben eben so unbekannt, wie in den übrigen Provinzen des preufsischen Staates. Eine der schwächsten dieser Salzsoolen ist diejenige, welche auf der Saline zu Artern, im Kreise Sangerhausen, Regierungsbezirk Merseburg, benutzt wird; sie enthält nur $3\frac{1}{4}$ bis $3\frac{1}{2}$ Proc. Salz. Diese Quelle ersetzt theilweise, was ihr an Gehalt abgeht, durch die grofse Masse, mit der sie ausströmt; sie liefert gewöhnlich gegen 100 Kubikfufs Soole in einer Minute, bisweilen aber auch das Dreifache dieser Menge. Für diese Saline wäre eine gehaltreichere, oder gar eine gesättigte Soole, welche gegen 27 Proc. Salz enthält, von grofsem Vortheil gewesen. Auf den Vorschlag des Bergrath Backs zu Dürrenberg, dem damals die Inspection der Saline Artern übertragen war, wurde am 18. October 1831 eine Bohrarbeit unweit der dortigen Quelle angefangen, welche, grofser Schwierigkeiten ungeachtet, mit Ausdauer 6 Jahre hindurch fortgesetzt wurde. Diese Ausdauer in der Verfolgung eines reiflich erwogenen Planes wurde endlich belohnt; am

25. November (1837) war kein Zweifel mehr übrig, dafs das Bohrloch in einer Tiefe von 986 Fufs reines *Steinsalz* erreicht hatte, denn es wurden Stücke desselben bis an die Oberfläche herausgezogen. So war das erste Steinsalz in dem preufs. Staate gefunden. Im Dec. 1837 war der Bohrer bereits 11 Fufs 8 Zoll in das reine Steinsalz eingedrungen, so dafs die Masse desselben bedeutend genug erscheint, um die Saline mit völlig gesättigter Soole zu versorgen. Die Schwierigkeiten dieser Bohrarbeit bestanden vom Anfange an in Kieslager, welche, ohne Zusammenhang, eine Ausfütterung des Bohrloches nothwendig machten, in der bröcklichen Beschaffenheit des darunter folgenden Thons und Sandsteins, worin grofse Weitungen entstanden und wiederholt das Einbringen starker Röhren von Eisenblech erforderten. In einer Tiefe von 584 Fufs wurde Gyps erbohrt, welcher mit wenig Unterbrechungen bis auf das Steinsalz ausgehalten hat. Die zuletzt eingesetzten Röhren reichen bis 708 Fufs Tiefe und haben ein Gewicht von 63 Centn. Die glückliche Ueberwindung dieser Schwierigkeiten ist in den letzteren Jahren dem regen Eifer und der Umsicht des Salinen-Inspectors Siemens zu verdanken.

Merkwürdig ist es wohl, dafs bereits in den Jahren 1725 bis 1731 in dieser Gegend unter der Leitung des Bergraths Borlach Arbeiten zur Auffindung von reicherer Salzsoole unternommen worden sind, welche indessen nur eine 7 procentige Soole in so geringer Menge lieferten, dafs sie nicht benutzt werden konnte. Die chursächsische Regierung stellte diese Arbeiten ihrer Kostbarkeit wegen ein, obgleich Borlach, der bereits bis zu einer Tiefe von 584 Fufs vorgedrungen war, die feste Ueberzeugung von dem Gelingen dieser Untersuchung hegte, welche sich jetzt so glänzend bestätigt hat.

XIII. *Kalte Höhlen von Rocquefort.*

Zwei Lieues nordwestlich von Saint-Afrique, im Dep. de l'Aveyron, am Nordabhange eines grofsen Kalksteinplateaus, le causse de l'Arzac genannt, welches sich 5 bis 600 Toisen über das Bett des Tarne erhebt, liegt das kleine Dorf Rocquefort, das weit und breit wegen seiner Käse berühmt ist, und es schon zu Plinius Zeiten gewesen seyn soll. Diesen Ruhm verdankt es hauptsächlich seinen Kellern, die aus dem Felsen gehauen sind, und die Eigenschaft besitzen, das ganze Jahr hindurch eine sehr niedere Temperatur zu bewahren, wodurch der Käse in seiner Gährung verlangsamt und veredelt wird. Wegen dieser niederen Temperatur, die ihre einzige Merkwürdigkeit ausmacht, da sie sonst weder an Gestalt noch Gröfse etwas Ausgezeichnetes haben, klein, niedrig und schmutzig sind, wurden sie mehrfach untersucht, unter andern von Chaptal (*Ann. de chim. T. IV p.* 31; auch Gilbert's Ann. Bd. III S. 211 und Bd. XIX S. 139), von Girou de Buzareignes (*Ann. de chim. T. XLV p.* 362), und neuerdings von Hrn. Marcel de Serres (*Ann. de chim. et de phys. T. LXIII p.* 5). Alle fanden die Thatsache der niederen Temperatur bestätigt, wie folgende Tafel zeigt:

Zeit.		Temperatur im Freien.	Kellertemperatur.	Beobachter.
1835	März 22.	+ 8° R.	+5 — 6° R.	M. de Serres
1827	Aug. 19.	16	3 — 4	Laumière
	Oct.	13	$5\frac{1}{2}$	Marcorello
1787	Aug. 21.	23	3	Chaptal.

Die Keller, welche vorzugsweise kühl sind, und deshalb sehr hoch im Preise stehen (ein jetziger Besitzer kaufte die seinigen für 218000 Fr.) finden sich

in einer Strafse des Dorfs, die 150 Meter unterhalb des im Ganzen von Ost nach West streichenden Randes der Hochebene liegt, und von zwei nach Norden auslaufenden Vorsprüngen des Berges eingeschlossen wird. Dieser geschützten Lage wegen werden sie nur auf kurze Zeit von der Sonne beschienen; indefs verdanken sie ihre niedere Temperatur nicht diesem Umstande allein, da sie überdiefs im Niveau der Strafse liegen, und von aufsen nicht besonders gegen äufsere Wärme bewahrt werden. Vielmehr liegt die Ursache ihrer Kühle in kalten Luftströmen, die unausgesetzt aus Rissen und Spalten des Kalkfelsens hervordringen, und an einigen Stellen so stark, dafs sie ein Licht ausblasen. Dicht vor diesen Spalten ist auch die Temperatur am niedrigsten, und man hat sie daselbst schon auf —2° R. sinken gesehen. Es fragt sich nun, woher diese Luftströme und ihre niedere Temperatur entspringen? Hr. de Serres hat diese Frage zu beantworten gesucht, indefs mehr durch Vermuthungen als durch directe Thatsachen. Seine Ansicht ist im Wesentlichen die, welche Saussure der Aeltere [1]) und Pictet [2]) von ähnlichen kalten Höhlen aufstellten, dafs nämlich Luft von oben durch Spalten

1) So heifst es in der *Biblioth. univers. N. S. T. VI p.* 378. — Eigentlich dachte sich aber Saussure grofse geschlossene Höhlen im Innern der Berge, welche, im Sommer erwärmt, Luft ausströmen, und im Winter, bei Erkaltung, einziehen sollen (*Voyages dans les Alpes*, *T. V* §. 1404 bis 1415. — Siehe Nicholson in Gilb. Ann. Bd. III S. 211.)

2) *Mémoires sur les glacières naturelles qu'on trouve dans quelques grottes du Jura et des Alpes*, in der *Biblioth. univers.* (1822), *T. XX p.* 200 — womit indefs die Abhandlung von Deluc (*Ann. de chim. et de phys. T. XXI p.* 113) zu vergleichen, da darin die entgegengesetzte Meinung aufrecht gehalten wird, dafs es Eishöhlen ohne Luftströme gebe, und dafs darin das Eis im Winter durch äufserlich eingedrungene Kälte gebildet, und im Sommer blofs am schnellen Schmelzen gehindert werde.

in den Berg eindringe, dort große, mit Feuchtigkeit bekleidete Höhlen finde, Verdunstung daselbst errege, sich dadurch erkalte, verdichte und nun unten aus den Rissen wieder ausströme. Er glaubt indeß, daß diese Verdunstung allein nicht hinreiche zur Erzeugung der Kälte, und nimmt daher noch große Eismassen im Innern des Berges an, eine Annahme, die, da sie nicht durch Thatsachen unterstützt wird, eben keine Wahrscheinlichkeit hat.

XIV. *Ueber eine Verfälschung des Carmins, welche auch für Malerei beachtungswerth scheint; von C. G. Ehrenberg.*

Es findet sich jetzt im Handel eine Sorte sehr schön farbigen, sehr theuern Carmins in Form von Tuschtafeln, welche ihre schöne Farbe einer Verfälchung verdankt. Da mich verschiedene Untersuchungen zur Entdeckung dieser Verfälschung führte, so halte ich für gut sie sofort bekannt zu machen. Beim gewöhnlichen Malen mit dieser schönen Carminfarbe bemerkt man keinen Unterschied, allein unter dem Mikroskope besteht fast die Hälfte der Masse aus bloßem Stärkmehl (Waizenstärke), welches dem fein zertheilten Carmin einen hellen Grund und Glanz giebt, was beides seine Farbe sehr angenehm erhöht. Mischt man solchen Carmin in vieles Wasser, so vertheilt er sich darin und bleibt lange im Wasser suspendirt, und gießt man das Wasser ab, so hat man einen weißen Bodensatz wie beim Bleiweiß. Dieser Bodensatz ist Stärkmehl. Außer der völlig deutlichen Form und Größe der Amylum-Körperchen versuchte ich ihre Reaction auf Jodtinktur, wodurch sie augenblicklich indigblau gefärbt wurden. Ich habe dann in einem Uhrglase den Bodensatz mit Wasser erhitzt und

gekocht, wodurch ich Kleister erhielt. So ist denn in jenen Täfelchen die theure Carminmasse mit wohl etwa der Hälfte ihres Volums an roher Stärke versetzt, welche wahrscheinlich im breiartigen Zustande des Carmins in denselben eingeknetet wird, weil sie sonst zu Boden sinken oder unregelmäfsig vertheilt seyn würde. Zusatz von Bleiweifs kann man durch das Gewicht erkennen, aber Zusatz von Stärkmehl nicht so leicht. Das Mikroskop erlaubt alle Verfälschung mit Stärkmehl sogleich mit voller Sicherheit zu erkennen, und chemische Proben unterstützen die Ueberzeugung. Vielleicht ist es auch für die Malerkunst nicht ganz uninteressant zu erfahren, dafs schöne Farben dieser Art mit einem organischen Körper gemischt sind, welcher zwar ziemlich dauerhaft ist, aber in einer feuchten Atmosphäre doch für sich besonders eine Zersetzung eingeht. Rücksichtlich des Dekkens verhält sich übrigens Stärkmehl anders als Bleiweifs. Es deckt weniger und nafs fast gar nicht, weil es dann durchsichtig ist, während die Deckfarben ihre Eigenschaft durch beigemischte undurchsichtige, erdige oder metallische Theilchen erlangen.

XV. *Vermischte Notizen.*

1) *Umwandlung der Traubensäure in Weinsäure.* — Schmilzt man, am besten in einem Oelbade, Traubensäure vollständig, ohne sie jedoch zu zerstören, und löst darauf das Product in Wasser, so hat man eine Auflösung von Weinsäure. (Briefliche Mittheilung vom Prof. Löwig.)

2) *Säure des Sauerkohls.* — Dieselbe ist Milchsäure, denn Sauerkohl mit Wasser und kohlensaurem Zinkoxyd gekocht, gab milchsaures Zinkoxyd. (Liebig, in Annal. d. Pharm. Bd. XXIII S. 113.)

3) *Heifshalten durch kalte Luft.* — Um Eisen während der Bearbeitung auf dem Ambofs heifs zu halten, pflegen die Nagelschmiede in England einen kalten Luftstrom auf dasselbe zu leiten. Hr. R. Phillips selbst sah diese Operation mit Erfolg ausführen, und erfuhr dabei, dafs es dazu nöthig sey, einerseits den Blasebalg mehr als gewöhnlich zu beschweren, und andererseits das Eisen vorher recht heifs zu machen, weil sonst die kalte Luft, statt die Hitze zu unterhalten und zu verstärken, eine Abkühlung bewirken würde. Natürlich wird die Hitze hiebei durch eine Verbrennung des Eisens unterhalten. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XI p.* 407.) — In derselben Zeitschrift (*Vol. XI p.* 446) bestätigt ein Hr. Addams die Richtigkeit dieser Thatsache. Eine an der Spitze weifs glühend gemachte Eisenstange sah er durch darauf geblasene Luft so heifs werden, dafs sie schmolz und unter Funkensprühen verbrannte. Ein anderes Verfahren, diese Erscheinung zu zeigen, besteht nach ihm darin, dafs man die an der Spitze glühend gemachte Eisenstange an einen Faden bindet und rasch in einem senkrechten Kreise herumschwenkt. Das Eisen geräth dann in Flufs, und die brennenden Funken fliegen in Tangenten des leuchtenden Kreises fort. Auch kann man das Eisen auf dem Umfang eines Rades befestigen, das man darauf rasch in Rotation versetzt. Er empfiehlt diesen Versuch für Vorlesungen.

4) *Thermo-elektrischer Funken mittelst einfacher Kette.* — Mittelst einer einfachen Kette aus Wismuth und Antimon, jedes Metall 0,5 Zoll lang, 0,12 Zoll dick und 5 Gran schwer, und mit Anwendung von Henry's Spirale aus Kupfer*streifen* ist es Hrn. Francis Watkins gelungen, einen wahrnehmbaren und glänzenden elektrischen Funken zu erhalten. Als Zeugen dafür nennt er die HH. De la Rive, Plateau und Netschajeff (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XI p.* 399.) — An einer andern Stelle derselben Zeitschrift (*Vol. XI p.* 304) be-

merkt Hr. W., dafs er mit einer thermo-elektrischen Kette aus 30 Paaren Wismuth-Antimon (Platten) von 1½ Zoll im Quadrat und ⅛ Zoll Dicke, erregt an einem Ende durch die Strahlung von glühendem Eisen und am andern Ende durch Eis, einen temporären Magnet dargestellt habe, der 98 Pfund trug.

5) *Elektrische Strömung in Eisenbahnen.* — Herr Colladon hat den Einfall gehabt zu versuchen, ob sich in einer Eisenbahn elektrische Ströme nachweisen liefsen. Zu dem Ende trennte er auf der Bahn zwischen Givors und Lyon einen Theil der vier Schienen von dem Uebrigen ab und verband sie durch Drähte mit einem Galvanometer. Nach einer halben Stunde sah er an der Magnetnadel periodisch eine sehr deutliche Oscillation, die 15 bis 20 Secunden anhielt. Die Ablenkung hatte eine gleiche Richtung und gleiche Gröfse. Die Ankunft des Wagenzugs nöthigte den Versuch abzubrechen, dessen Wiederaufnahme er den Physikern bestens empfiehlt. (*Biblioth. univers. N. S. T. VIII p.* 187). Der Strom war wohl ein thermo-elektrischer? *P.*

6) *Licht für Taucherglocken.* — Bekanntlich erscheint das lebhafte Licht, welches eine Volta'sche Säule zwischen Kohlenspitzen entwickelt, auch unter Wasser. Hr. Maugham, Lehrer an der Adelaide-Street Gallery in London, schlägt diefs Licht zum Gebrauch in Taucherglocken vor. (Herapath's *Railway Magazine, Jun.* 1837, *p.* 354.)

7) *Fraunhofersche Linien.* — Im *Phil. Mag. Ser. III Vol X p.*183 macht Hr. Ritchie darauf aufmerksam, dafs man die Fraunhoferschen Linien schon mit blofsem Auge sehen könne, wenn man dasselbe dicht hinter ein gutes Flintglasprisma von 70° bis 80° bringt, auf welches, im finstern Zimmer, Sonnenlicht durch eine schmale Spalte einfällt. (Dieselbe Erfahrung ist vor längerer Zeit schon von Hrn. Prof. Ettingshausen in Wien gemacht; er hatte zu Prag, auf der letzten Naturforscher-

versammlung, die Güte mir selbst die Erscheinung an einem mit Schwefelkohlenstoff gefüllten Prisma zu zeigen. *P.*)

8) *Algierische Bomben.* — In der Sitzung der Pariser geol. Gesellschaft vom 9. Jan. 1837 zeigte der Marquis de Roys ein Bruchstück einer zu Algier erbeuteten Bombe vor, aus deren Gestalt zu schliefsen ist, dafs sie aus einer spanischen Giefserei herstamme. Hr. Berthier, der die Masse analysirte, fand in derselben: Arsenik 27, Kohle 1,8 und Eisen 71 ohne Spur von Kieselerde, Schwefel oder Phosphor. Bisher kennt man kein Beispiel von Anwendung einer Legirung von Eisen und Arsenik in den Künsten. Wollten die Algierer blofs eine in ihrem Gebiete vorkommende Arsenikgrube benutzen, oder glaubten sie ihre Geschosse durch eine solche Beimischung mörderischer zu machen? (*Bullet. geol. T. VIII p.* 85.)

9) *Sandsteinkrystalle.* — In der Sitzung der geologischen Gesellschaft zu Paris vom 3. Apr. 1837 wurde ein Schreiben des Hrn. Puton vorgelesen, worin derselbe Nachricht giebt von sehr regelmäfsigen kubischen Krystallen, die zu Ruaux (in den Vogesen) im bunten Sandstein vorkommen und ebenfalls aus diesem Sandstein bestehen. Es sind offenbar Afterkrystalle, aber von welcher Abkunft? Hr. Puton hält dafür, dafs sie von Steinsalz herstammen, und führt als Stütze dieser Meinung an: erstlich das öftere Vorkommen von Steinsalz in der Formation des bunten Sandsteins, und dann den Umstand, dafs auf den Flächen der erwähnten Krystalle ganz dieselben treppenförmigen Vertiefungen sichtbar sind, welche man am Kochsalz kennt, besonders wenn es aus wäfsrigen Auflösungen angeschossen ist. (*Bullet. de la Soc. Geolog. T. VIII p.* 196.)

10) *Höhe des Aconcagua.* — Nach neueren Messungen des Hrn. Pentland hat der nördliche Gipfel dieses Vulkans (32° 38′ S. und 1° 41′ O. von Valparaiso),

des höchsten unter den 25 bekannten Vulkanen Chilis, eine Höhe von 7300 Meter (22473 Par. Fufs), etwa 60 Meter mehr als Beechey und Fitz-Roy sie gefunden. Der Aconcagua ist also bedeutend höher als der *Chimborasso* (6530 Met.), kommt aber dem *Nevado de Sorata* (7696 Met.) lange nicht gleich, und noch weniger dem *Dawalagiri* (7821 Meter) (*Compt. rend. T. V p.* 703). — Beiläufig bemerkt, ist, Zeitungsnachrichten zufolge, der *Demavend* (35° 50′ N. und 52° 10′ O. v. Greenw., 40 engl. Meil. ONO. von Teheran) neuerlich von Hrn. Taylor Thomson erstiegen, und 14300 F. (engl.?) hoch über dem Meere (10500 über Teheran) gefunden.

11) *Höhe der Meereswogen.* — Während der heftigsten Stürme, welche Hr. Pentland auf der Fregatte the Stag in den Gewässern des Cap Horn erlebte, sah er die Wogen sich nie mehr als 20 engl. Fufs über den mittleren Meeresspiegel erheben. Die gröfste Höhe der Wogen über dem Verdeck der Fregatte betrug 18 engl. Fufs. (*Compt. rend. T. V p.* 703.)

12) *Meteorsteinfall in Brasilien.* — Am 11. Dec. 1836, um 11½ Uhr Abends, etwa 4 Stunden vor der Morgenzeit, da die achtmonatliche Art von Orkan, welche in den Provinzen Rio-Grande du Nord und Céara herrscht, aufhört, bei Südostwind und völlig heiterem Himmel, erschien über dem Dorfe Macao, am Eintritt des Rio-Assu ein an Glanz und Gröfse sehr ungewöhnliches Meteor, welches gleich darauf mit Krachen zersprang, und auf einen Umkreis von 10 Lieues Durchmesser eine ungeheure Menge Steine herabschleuderte. Sie schlugen in viele Häuser ein, drangen mehre Fufs tief in den Sandboden, richteten aber weiter kein Unglück an, als dafs sie einige Ochsen verwundeten und tödteten. Das Gewicht der aufgelesenen Stücke ging von 1 bis 80 Pfund. Proben davon, die Hr. Berthou in Olinda an die Pariser Acad. gesandt, wird Hr. Berthier analysiren. (*Compt. rend. T. V p.* 211.)

1837. ANNALEN №. 13.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXXII.

I. *Ueber die Bildung der Versteinerungen auf nassem Wege; von H. R. Goeppert.*

(Erste Fortsetzung der im vorigen Jahre erschienenen Abhandlung über den Versteinerungsprocefs. (Ann. Bd. XXXVIII S. 561. Bd. XXXIX S. 222.) Vorgetragen in der ersten öffentlichen Sitzung der Versammlung der Naturforscher zu Prag 1837.)

Im vorigen Jahre machte ich Versuche bekannt, die zeigten, wie man Vegetabilien, welche in verschiedenen metallischen oder erdigen Lösungen gewesen waren, durch Glühen und Verbrennen des Organischen in Erden und Metallen mit Beibehaltung ihrer Structur zu verwandeln vermöchte. Später fand ich, dafs der anorganische bald aus Kiesel, Kali oder Kalk, oder aus einem Gemisch von allen drei Stoffen bestehende Rückstand, welchen jede einzelne Zelle und jedes einzelne Gefäfs nach dem Verbrennen liefert, nebst den in dieselben aufgenommenen anorganischen Stoffen, dies vorzugsweise vermitteln. Je mehr also von den letztern Stoffen die Pflanzen aufnahmen, um so besser wird man die Form erhalten finden. Man kann sich davon sehr leicht überzeugen, wenn man mehre mäfsig dünne Vertikalschnitte eines Holzes in concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul bringt, und sie in verschiedenen Zeiträumen, also das eine etwa 6 das andere 12 Stunden oder längere Zeit darin liegen läfst, sie später glüht und diese Producte mit dem ebenfalls durchs Glühen erhaltenen Resten eines nicht imprägnirten Stückchen Holzes von gleicher Gröfse vergleicht. Von letzterem, welches nur in zarten Umrissen der früheren Gestalt des Holzstückes entspricht, kann man durch erstere die stufenweise sich verbessernde Erhaltung der äufsern Gestalt verfolgen, die dasjenige am

besten natürlich bewahrt haben wird, welches man am längsten in jener Auflösung liegen läfst. Auf Tafel I Fig. 13. sieht man zur Erläuterung des so eben Bemerkten einen Vertikalschnitt von *Pinus sylvestris* bei *a* Markstrahlen und *b* die porösen Zellen. Fig. 14. ein durch Glühen erhaltenes Skelett eines Stückchens gleicher Gröfse. Fig. 15. ein 72 Stunden in schwefelsaurer Eisenoxydullösung eingeweichtes und später geglühtes Holzstückchen derselben Art. Da nun alle Pflanzen, ja, auch die zartesten Theile derselben, einen unverbrennlichen der früheren organischen Form mehr oder minder entsprechenden Rückstand (vielleicht deswegen nicht mit Unrecht *Skelett* genannt) zurücklassen, sind die von mir beschriebenen Versuche auch noch einer grofsen Ausdehnung fähig, werden aber, da jene Rückstände immer nur eine sehr geringe Festigkeit besitzen, selten sehr haltbare Producte liefern, wenn man die Substanzen auch längere Zeit, vielleicht Jahre lang einweichte. Nur einige Pflanzen, wie Blüthen von *Erica mediterranea* und *Clavaria coralloides* Bull., welche ein Jahr lang in concentrirter Auflösung des salpetersauren Silbers sich befunden hatten, waren nach dem Glühen mit Erhaltung der Form in regulinisches biegsames Silber verwandelt, wie ich bei der letzten Versammlung der Naturforscher zu Prag der vereinigten geognostischen botanischen Sektion zu zeigen Gelegenheit hatte. Man kann sie also wohl mit den wahren Versteinerungen, d. h. den in Kalk, Eisen oder Kiesel scheinbar verwandelten Vegetabilien vergleichen, indem auch hier die Gestalt bei gänzlich veränderten Bestandtheilen unverändert blieb; doch dürfte sich die Natur, wie ich schon in der im vorigen Jahre erschienenen Abhandlung bemerkte, zur Bildung der durch ihre Festigkeit so ausgezeichneten Versteinerungen, wohl kaum eines so gewaltsamen Weges wie des Feuers bedient haben. Indem ich nun weiter mich bemühte, erhielt ich durch meinen geehrten Freund, Hrn. Ober-Forstrath

Cotta in Tharand, und später durch Hrn. Kaufmann Laspe in Gera, Stücke von einer Eiche der Jetztwelt, die von dem Letztern in einem Bache bei Gera gefunden worden war, und sich theilweise, in einem unbekannten Zeitraum, in kohlensauren Kalk verwandelt hatte, bedeutende Festigkeit zeigten und selbst Politur annahmen. Man sehe die Abbildung desselben in sechsfacher Vergröſserung Tafel I Fig. 16. Bei Fig. *a* Markstrahlen von der Seite und *b* auf dem Queerschnitte hervorragend noch völlig biegsam und unversteinert. Bei *d* erkennt man die ausgefüllten Höhlungen der punktirten Gefäſse, bei *e* ein dergleichen der Länge nach geöffnet, und *f* die Holzzellen. Noch merkwürdiger erscheint mir ein ebenfalls vom Hrn. Ober-Forstrath Cotta mitgetheiltes Stück Buchenholz aus einer alten, wahrscheinlich römischen, Wasserleitung im Bückeburgischen (siehe Tafel I Fig. 17) in natürlicher Gröſse. Die Versteinerung hat sich auf einzelne der Länge nach durch das Holz sich erstreckende cylinderförmige Stellen beschränkt (siehe Fig. 17. *aaaa*), so daſs man bei oberflächlichen Untersuchungen wohl meinen könnte, es seien dort Risse oder durch Fäulniſs entstandene Lücken gewesen, die von dem Kalk ausgefüllt worden wären. Von Fäulniſs ist aber an dem diese Stellen umgebenden Holze keine Spur wahrzunehmen, und bei mikroskopischer Betrachtung sieht man auf den verkalkten Theilen dieselbe Structur wie auf dem benachbarten Holze (Fig. 18 *a* die unveränderten Holzzellen, *b* Gefäſse und *c* Markstrahlen, *d* die verkalkten Markstrahlen, *e* Holzzellen und *f* punktirte Gefäſse). Nach dem Auflösen der versteinerten Stellen in Säuren blieb noch sämmtliche organische, in der Eiche noch Gerbstoff enthaltende, Substanz zurück, die aus Holz und punktirten Gefäſsen bestand, keinesweges etwa verkohlt, sondern noch mit der natürlichen eigenthümlichen Farbe im Zusammenhange untereinander erschienen. Ein gleiches Verhalten beobachtete ich nun

auch bei den vorweltlichen in Kalk verwandelten Hölzern, wie z. B. in dem schwarzen Marmor ähnlichen Holze aus den Uebergangsgebirgen bei Hausdorff in der Grafschaft Glatz, also der ältesten überhaupt Versteinerungen führenden Formation, bei dem aus dem Lias bei Kloster Banz und Bamberg, so wie von Aidaniel an der Krimm, und dem berühmten Stamm von Craigleith in Schottland, welches erstere mir Hr. Dubois, letztere Hr. L. C. Treviranus zur literarischen Benutzung mitgetheilt hatten. Aus einer ebenfalls im Uebergangsgebirge von Hausdorff entdeckten in Kalk verwandelten *Stigmaria ficoides*, über deren Struktur man so lange zweifelhaft war, schied ich auf diese Weise noch vollkommen erhaltene treppenförmige Gefäfse [1]). Bei den aus der Grafschaft Glatz betrug die Menge der die Structur von Coniferen zeigenden keinesweges verkohlten, sondern nur schwach gebräunten vollkommen biegsamen Fasern noch 5 — 7 Proc. Auch schied sich hier noch Oel aus von brenzlichem Creosot ähnlichen Geruche, welches also, eben so wie oben im Eichenholze der Gerbstoff, in die Versteinerung mit übergegangen war. Am vollkommensten erhält man die Fasern noch im Zusammenhange, wenn man recht zarte Splitterchen mit sehr verdünnter Salzsäure übergiefst, weil bei der concentrirten nicht nur die Säure selbst, sondern auch die durch die rasche Entwicklung der Kohlensäure bewirkte Erschütterung auf den Zusammenhang derselben zerstörend einwirkte. Nachdem ich mich durch Versuche überzeugt hatte, dafs mäfsig concentrirte Flufssäure auf die vegetabilischen Fasern nicht zersetzend einwirke, bediente ich mich derselben um die Kiesel und Chalcedonhölzer in Beziehung auf ihren Gehalt an organischen Fasern zu untersuchen, und fand, dafs auch in der festesten auf dem Stahl Funken gebenden Masse, wie z. B. in den

1) Die merkwürdige Structur dieser Pflanze werde ich bald näher beschreiben und abbilden.

Stämmen von Buchau in Schlesien, vom Kiffhäuser, von Ilmenau, mehren Geschiebhölzern u. dgl. noch wohl erhaltene Gefäfse vorhanden sind, die nach Entfernung der Kieselerde zurückbleiben, und in den meisten noch vollkommen hinreichen, um auf die Gattung des Holzes schliefsen zu lassen. Es werden sich hierin allerdings wohl noch manche Verschiedenheiten hinsichtlich der Quantität der organischen Substanzen ergeben, worauf ich aber noch später zurückkomme, da ich alle versteinerten Hölzer nicht nur nach ihrer Structur, sondern auch nach dem hier angeführten chemischen Verhalten untersuche. Doch können Bestrebungen dieser Art nur langsam vorschreiten, weil aufser den geringen Vorarbeiten in diesem Felde auch noch die Zubereitung der Hölzer zur Beobachtung, wie das Schleifen, welches man am besten nur selbst besorgt, viel Zeit und Mühe erfordern. In den Hölzern, welche nur sehr wenig organische Substanz enthalten, ist dieselbe offenbar erst nach der Versteinerung, theils durch Verwesung unter fortdauernder Einwirkung von Wärme und Feuchtigkeit, theils durch Feuer vernichtet worden. Jedes Gefäfs und jede Zelle war aber gewissermafsen als ein Steinkern oder als ein Abgufs zu betrachten, daher also auch solche Hölzer, wie z. B. sehr viele der Ungarischen Opalhölzer, die offenbar theilweise der Einwirkung des Feuers ausgesetzt gewesen sind, ihre Structur noch bewahrten [1]). Um mich auf dem Wege des Experiments von der Richtigkeit dieser Annahme zu überzeugen, setzte ich in einem kleinen Schmelztiegel feingeschliffene Queer- und Längenschnitte der versteinerten Hölzer, von Buchau in Schlesien und Chemnitz, drei Viertelstunden lang der Weifsglühhitze

1) Ich erlaube mir hier nochmals die Bitte um Unterstützung dieser Arbeit durch Mittheilung fossiler Hölzer zu widerholen, indem ich zugleich mit Vergnügen diese Gelegenheit ergreife, den bisherigen Gönnern derselben ergebenst zu danken. Am ärmsten ist meine Sammlung noch an Hölzern aus dem Harz, und den nördlich von zwischen der Elbe und Holland liegenden Gegenden.

eines Sefströmschen Ofens aus. Die verschiedenartig holzähnlich gefärbten Hölzer waren milchweifs geworden, und zeigten unter dem Mikroskop noch ganz deutlich die frühere die Coniferen characterisirende Structur. Ein Paar Stücke, welche sich unmittelbar mit den Kohlen in Berührung befunden hatten, waren, offenbar durch die Einwirkung des in denselben enthaltenen Kali's, an ihrer Oberfläche glasartig. Da ich nun bis jetzt noch niemals fossile Hölzer mit solchem Ueberzuge erhielt, wiewohl es ihnen nicht an Gelegenheit fehlen konnte mit Kali in Berührung zu kommen, so dürfte auch dieser Versuch in geologischer Hinsicht ein nicht ganz unwichtiges Resultat liefern, und mit beweisen helfen, wie selten hierbei das Feuer thätig gewesen seyn mag. Nur unter den Opalhölzern aus Ungarn besitze ich, wie schon erwähnt, mehre Stammstückchen, deren Aeufseres vollkommen mürbe, in die zartesten Fasern theilbar und milchweifs erscheint, während der innere Theil noch sehr viele organische durch Flufssäure trennbare Fasern enthält. Durch Glühen wird auch der innere Theil vollkommen entfärbt und mürbe, woraus wohl hervorgeht, dafs dies der Einwirkung des Feuers, aber erst nach der Versteinerung, ausgesetzt gewesen seyn mag. Bei einigen, wie z. B. bei manchen Hölzern aus der alten Steinkohle (Löbejün bei Halle, Neurode in der Grafschaft Glatz, Radnitz in Böhmen), aber auch aus der Braunkohle (Bilin, vom Meifsner) erhält man nach Entfernung der Kieselerde reine kohlige Masse, welche Fossilien also entweder vor der Verkohlung oder nach derselben von dem kieselhaltigen Fluidum durchdrungen wurden. Die älteren Naturforscher bezeichneten sie, im Ganzen sehr richtig, als *versteinerte Holzkohle*. Bei andern Hölzern, namentlich bei vielen Staarsteinen (*Pharonius Helmintholithus Cotta*) sieht man ganz deutlich an den destruirten Zellen, dafs sie im Zustande der Fäulnifs von der versteinerden Flüssigkeit erfüllt wurden.

Auf gleiche Weise, wie die Kiesel- und Kalkhölzer, verhielten sich nun auch die in silberhaltiges Kupferoxyd verwandelten Hölzer von Frankenberg in Hessen, und die in Thoneisenstein veränderten durch ihre Festigkeit so ausgezeichneten Stämme aus der Braunkohlenformation, wie z. B. die von Schlackenwerth oder Ellenbogen, eigenthümlich die Schwefelkieshölzer. Entfernt man nämlich durch Glühen den Schwefel, bleibt das Eisenoxyd, und nimmt man durch Salpetersäure das Eisen hinweg, der Schwefel in der Form der Pflanzengefäfse, zuweilen auch noch unveränderte organische Substanz zurück. Abgesehen davon, dafs wir vermittelst dieser Methode in manchen Fällen das bisher der Untersuchung der fossilen Hölzer so störend entgegenstehende Schleifen entbehren können, ergeben sich hieraus wohl entscheidende Aufschlüsse über die Beschaffenheit und Bildung der Versteinerung überhaupt. *Es scheint nun nicht mehr unerklärlich, dafs wir in den meisten Fällen bei den versteinerten Hölzern die einzelnen Theile derselben, Rinde, Holz, Splint, Mark und die einzelnen Jahresringe, nicht blofs wohl erhalten, sondern oft noch mit den natürlichen Farben oder wenigstens doch scharf durch Farben von einander getrennt erblicken. Die versteinernden Flüssigkeiten durchdrangen zuerst die Wände der Holzzellen und Gefäfse, später wurden die Höhlungen derselben selbst ausgefüllt.* Je gleichförmiger und ruhiger dies geschah, um desto wohl erhaltener erscheint die Structur und der Durchmesser der Gefäfse. Es geht hieraus auch hervor, wie richtig im Allgemeinen die älteren Naturforscher, von Agricola bis auf Walch, Schulze und Schröter, den Vorgang der Versteinerung nicht als einen *Ersetzungs-* oder *Substitutions-*, sondern als einen *Imprägnations-Procefs* ansahen. Auch vermuthete schon Schulze (Von den versteinerten Hölzern, S. 5 — 29. Halle 1777) gegen Bondaroy (Von den versteinerten Hölzern in den mineralogischen Belust., Th. V, S. 438)

und Tourette (Schröters litholog. Journal, Th. II S. 275), daſs man bei Versuchen, wie sie Carl in seiner *Docimasia ossium fossilium* mit versteinerten Theilen von Thieren angestellt, deutliche Merkmale, sowohl einer vegetabilischen Grunderde, als anderer mit selbiger innigst verbundenen und von einem natürlichen Holz noch rückständigen Theilen beobachten konnte. Nach Wallerius (*Ej. Systema mineral. Th. II. p.* 398. *Vienna* 1778) soll jedes wahre vegetabilische Petrefact durch Destillation oder Calcination ähnliche Bestandtheile (*Acidum et phlegma*) wie Pflanzen der Jetztwelt liefern. Auch läſst sich auf diese Weise leicht erklären, wie man halbversteinerte Hölzer antrifft, wie ich mehrere dergleichen aus verschiedenen Formationen, theilweise verkieselte, verkalkte und vergypste, besitze [1].

Was nun die versteinernden Flüssigkeiten selbst betrifft, so war es offenbar die *Kohlensäure*, die die Auflösung des Eisens, des Kupfers und des Kalks, und das *bloſse Wasser*, welches die der Kieselerde vermittelt, bekanntlich diese Erde, wiewohl nur in geringer Menge, auflöst. *Doch dürften diese Auflösungen auch nur von geringer Concentration seyn, weil sich sonst Ueberzüge und Inkrustate bildeten, und dann das Organische völlig abgeschlossen sich wohl zu erhalten, aber nicht zu versteinern vermochte*, wie die Untersuchung des Tuffes deutlich nachweist. Man sieht also auch hieraus, welcher lange Zeitraum zur Erzeugung derselben erforderlich war. Eisenstein, nämlich Eisenoxydhydrat, bildet sich durch das oben genannte Auflösungsmittel aus vermoderten Pflanzen bekanntlich noch vor unseren Augen, und vermag auch gegenwärtig noch Vegetabilien zu versteinern, wenn

1) Von diesem in Gyps verwandelten Holze, welches nebst dem in Kalk verwandelten am häufigsten vorkommt, wurde vor 2 Jahren ein 4 Centner schwerer Stamm in den Gypsgruben von Dirschel in Oberschlesien entdeckt, welchen ich dem Museum der hiesigen Universität überlieſs.

sich dazu günstige Gelegenheit darbietet. Ein solches merkwürdiges Beispiel fand ich im Herbst des vorigen Jahres auf der Bibliothek zu Gotha, dessen Mittheilung ich dem leider für die Wissenschaft viel zu früh verstorbenen Hrn. v. Hoff verdanke. Es ist eine *Fafsdaube*, welche in den Tiefen des Schlofsbrunnens nachweislich 150 Jahre gelegen hat, und nun theilweise, namentlich an den Stellen, wo die ganz oxydirten eisernen Reifen sich befanden, mit Eisenoxyd imprägnirt, und so fest geworden ist, dafs sie sich an mehren Stellen schleifen läfst [1]). Dafs sich Kalkversteinerungen noch zu unsern Zeiten bilden können, beweisen die oben erwähnten Beispiele von der Eiche und Buche, es fehlt also nur gegenwärtig eine *Kieselversteinerung*, um den für die gesammte Geologie gewifs nicht unrichtigen Satz, dafs Versteinerungen sich noch heut, und also noch fortdauernd, und nicht blofs zu gewissen Catastrophen bildeten, unbestreitbar nachzuweisen. Die älteren Naturforscher führten mehre Beispiele dieser Art an [2]), und ich bin überzeugt, dafs wenn wir aufhören werden ihre Angaben als Täuschungen und Irrthümer zu betrachten, die von ihnen gemachten Entdeckungen nicht mehr länger allein stehen werden.

Jedoch nicht blofs auf *analytische*, sondern auch auf *synthetische Weise* läfst sich die Bildung dieser *Versteinerungen auf nassem Wege* anschaulich machen. Auflösung des Eisens in kohlensäurehaltigem Wasser würde nur sehr langsam zum Ziele führen. Da ich nun durch

1) Ob das kürzlich in der Seine mit einem Schiffsanker gefundene Holz, welches Hr. Becquerel in der Sitzung der Academie (den 6. Novbr. d. J.) als versteinert bezeichnete, hieher gehört, werden wohl spätere Berichte näher entscheiden.

2) Siehe Walch's bekanntes Werk: Naturgeschichte der Versteinerungen, Th. III S. 32, und Schröter's Vollständige Einleitung in die Kenntnifs der Geschichte der Steine und Versteinerungen, Th. III S. 209. 1778, wo alle bis zur Zeit bekannten Erfahrungen dieser Art gesammelt sind.

Versuche fand, dafs man auch innerhalb des Pflanzengewebes die Oxyde von metallischen Lösungen mittelst geeigneter Stoffe niederschlagen kann, so benutzte ich das Verhalten, um möglichst grofse Quantitäten Eisenoxyd (durch Imprägnation mit schwefelsaurem Eisenoxyd und Niederschlagung mittelst kohlensauren Natrons oder Ammoniaks) in die Pflanzen zu bringen, so dafs das Holz binnen wenigen Wochen ganz das Ansehn des versteinerten oder in Eisenoxyd verwandelten Holzes erhielt; doch war es noch nicht sehr fest, weil, wie sich bei näherer Betrachtung ergab, erst die Wandungen, und noch nicht die Höhlungen der Gefäfse ausgefüllt waren, wozu offenbar längere Zeit erforderlich ist. — Dasselbe kann man auch mit dem Kalk, und, wie mich eine in den letzteren Tagen gemachte Erfahrung lehrt, ohne Zweifel auch mit der Kieselerde erreichen. Gewöhnlich schlägt sich die Kieselerde aus ihren Auflösungen in Alkalien durch Säuren in Pulverform nieder. Als ich aber vor $\frac{3}{4}$ Jahren in sehr engen Gefäfsen eine sehr concentrirte durch organische Stoffe etwas braun gefärbte Lösung von Kiesel in Kali mit concentrirten mineralischen Säuren vermischte, hatte sich im Laufe der Zeit auf dem Boden eine feste Masse von muschligem Bruche von bedeutender das Glas ritzende Härte gebildet, die sich ganz wie Feuersteine verhielt [1]). Da die Niederschlagung der Kieselerde auch innerhalb der Pflanzengefäfse stattfindet, darf

1) Mit welcher der genannten Säuren dies am besten gelinge, vermag ich in diesem Augenblick selbst nicht zu bestimmen, da das Gewonnene aus Versehn aus den drei verschiedenen Flaschen zusammengeschüttet wurde. Anfangs waren die Stückchen noch sehr spröde, und so weich, dafs sie beim Glühen in Pulver zerfielen, als ich sie aber in vier Wochen wieder auf diese Weise prüfte, hielten sie das Feuer sehr gut aus. Es erinnert dies an die, wenn ich nicht irre, in Frankreich gemachte Beobachtung, wo man eine noch weiche kieselige Masse entdeckte, die erst später in der Luft erhärtete. Ich habe jene Versuche wiederholt, und hoffe näher zu bestätigen, was ich früher mehr zufällig als absichtlich auffand.

man hoffen auch feste künstliche Kieselversteinerungen bereiten zu können.

Auf ähnliche Weise wie die vegetabilischen Versteinerungen ging nun wohl auch die Bildung der thierischen, wenigstens der Knochen vor sich. Ein Theil der Gallerte ward durch Einwirkung des Wassers entfernt, deren Stelle nun, und die dadurch entstandenen Lücken in dem phosphorsauren Kalk oder dem Gerüste der Knochen, kohlensaurer Kalk oder Eisenoxyd ausfüllten, die als specifisch schwerere und dichtere Massen den Knochen die gröfsere Dichtigkeit und Schwere verliehen. Durch Imprägnation mit metallischen Substanzen und nachheriges Glühen werden die Knochen niemals schwerer, obschon die metallischen oder erdigen Substanzen in die feinsten Kanälchen verbreitet erschienen. *Die weichen thierischen Theile konnten aber eben so wenig wie die krautartigen saftigen Theile der Vegetabilien mit in die Metamorphosen gezogen werden, weil sie bei der geringen Concentration der versteinernden Flüssigkeiten, und bei der leichten Zersetzbarkeit ihrer Structur, weit früher verfaulten, bevor sie sich mit einer hinreichenden Menge imprägniren oder nur verhärten konnten.* Krautartige Pflanzen vermochten sich in der Regel wohl nur in Form von Abdrücken, oder auch in Substanz, abgeschlossen von Licht und Luft unter Zutritt von Wasser zu erhalten, wodurch sie allmälig sich in Braunkohle oder vielleicht selbst in steinkohlenähnliche Substanz verwandelten. Ob sie sich immer nur auf nassem Wege ohne Zuthun des Feuers bildeten, will ich durchaus nicht behaupten, indem ich nicht glaube, dafs sich jemals irgend ein geologisches Gesetz auf alle Verhältnisse anwenden läfst, aber in sehr vielen Fällen mag es wohl so geschehen seyn. Dafs sich Bitumen auf diese Weise bilden könne, habe ich oben bei Erwähnung des in Kalk verwandelten Holzes aus der Grafschaft Glatz bemerkt, und noch mehr sprechen dafür die in der älteren Koh-

lenformation zwischen dem Schieferthon gefundenen noch völlig biegsamen und nur schwach gebräunten Vegetabilien, die gewiſs nicht so selten sind, als man bisher anzunehmen geneigt war. So besitze ich allein in meiner Sammlung aus der älteren Kohlenformation folgende auf die erwähnte Weise erhaltene fossile Pflanzen oder deren Theile: von Waldenburg in Schlesien mehre mir zunächst ihrer Abstammung nach noch unbekannte Saamen, aus Kreuzburg in Oberschlesien ebenfalls Saamen, das unter dem Namen *Alethopteris Ottonis* von mir beschriebene und abgebildete Farrenkraut (die fossilen Farrenkräuter Taf. XXXVII, Fig. 3 u. 4), ein *Lycopodites*, ähnlich unserm *Lycopodium undulatum* (die Blättchen lassen sich bei beiden noch in drei Schichten zerlegen, und gewähren natürlich vollkommene Einsicht ihrer Structur), aus Zwickau eine ähnlich erhaltene *Neuropteris*, und ein *Farrenkraut* mit *Sporangien*, an denen man noch den *gegliederten Ring* deutlich wahrnimmt; als das *erste* Beispiel dieser Art in der alten Kohlenformation (in der Lettenkohle des Keupers zu Baireuth fand ich im vorigen Jahre mehre) besonders interessant. Kurz vor meiner Ankunft in Brezina im October d. J. fand Hr. Graf v. Sternberg in dem der Erhaltung fossiler Pflanzenreste äuſserst ungünstigen Kohlensandstein von Radnitz eine *Bruchmannia* mit so wohl conservirtem Saamen, daſs deren Untersuchung uns doch wohl endlich Aufklärung über diese so lange räthselhaften Bürger der Vorwelt verschaffen wird.

Unstreitig ist bei der Verkohlung auf nassem Wege auch die Wirkung des Drucks in Anschlag zu bringen, wie der ganz einfache Versuch des Zusammenpressens frischer Blätter und Pflanzen lehrt, die sich sehr bald unter Einfluſs von Wärme und Feuchtigkeit bräunen, was offenbar wohl nur als ein beginnender Verkohlungsprocefs zu betrachten ist, während dieselben Vegetabilien sich in bloſsem Wasser unter ähnlichen Verhältnissen,

mit Ausnahme von Einwirkung des Drucks, viel länger erhalten. Unverändert bleiben sie fast, wenn man sie *hermetisch* verschliefst, namentlich vom Schimmel unberührt, der vorzugsweise wenigstens zum Unkenntlichmachen derselben beiträgt. Auf diese letztere Weise bewahre ich mehre Vegetabilien (die Blüthe einer Citrone, junge Erbsen und Linsenpflanzen, *Sedum rupestre*), seit $1\frac{1}{2}$ Jahren in Glasröhren hermetisch verschlossen, unter Zutritt des Lichts und mit Ausschliefsung desselben, auf, ohne dafs sie einer merklichen Veränderung, aufser einer gelblichgrünen Färbung, die aber bald in den ersten acht Tagen nach dem Einschliefsen eintrat, bis jetzt erlitten hätten [1]). Eine Anzahl anderer Vegetabilien, Blätter von *Acrostichum alcicorne*, *Tectaria coriacea Lk.*, *Adiantum aethiopicum*, *Pteris arguta*, *Asplenium Trichomanes*, *Aspidium molle*, *Juncus squarrosus*, Blätter vom *Thalictrum minus*, *Chaedrophyllum hirsutum*, *Equisetum palustre*, *Pinus sylvestris* legte ich am 12. August 1836 zwischen Thonplatten und senkte sie in einer offenen Glaskrause in das Bett des 6 Fufs mit Wasser angefüllten Grabens des hiesigen botanischen Gartens. Als ich sie am 20. August d. J., also nach $12\frac{1}{2}$ Monaten wieder herausnahm, so fand ich sie im Ganzen hinsichtlich der Form sehr wohl erhalten, aber stark gebräunt, namentlich die *Tectaria*, *Aspidium molle*, *Juncus squarrosus*, die Kieferblätter und das *Equisetum* fast noch grün. Wenn diese Versuche auch zunächst noch kein erhebliches Resultat lieferten, so setze ich sie doch fort,

1) Am 1. Aug. d. J. schlofs ich einen Frosch und eine Kröte, jede besonders, in ein hinreichend weites Cylinderglas so vorsichtig ein, dafs sie von der zum Zuschmelzen des Glases erforderlichen hohen Temperatur nicht berührt wurden. Wie vorauszusehen war, traten sehr bald heftige Respirationsbeschwerden ein, die dem Leben dieser Thiere ein Ende machten. Den Frosch bewahre ich noch auf. Seine äufsere Gestalt ist jetzt, indem ich diese Abhandlung zum Druck abschicke (27. Nvbr.), natürlich noch eben so unverändert, wie die jener, auf ähnliche Weise eingeschlossenen, Pflanzen.

[illegible]

... Braunkohle ... ähnliche Fälle ... die Einwirkung eines ... bestimmen können, das wir leider nur in geringem Verhältnisse anwenden können, ich meine die ... [illegible]

Erklärung der Kupfer.

Taf. I Fig. 13. Vertikalschnitt von *Pinus sylvestris* 50 mal vergrössert. *a* Markstrahlen, *b* Poröse Zellen.

Fig. 14. Durch Glühen erhaltenes Skelett.

Fig. 15. In Eisenoxydlösung eingeweichte und dann geglühte Holzschnitte dieser Art.

Fig. 16. Versteinertes Eichenholz aus der Jetztwelt, 8mal vergröſsert. *a* Markstrahlen von der Seite, *b* Markstrahlen von oben, wo bei *c* noch biegsame Fasern hervorragen; *d* ausgefüllte punktirte Gefäſse, *eee* dieselben der Länge nach geöffnet; *f* Holzzellen.

Fig. 17. Ein Queerschnitt Buchenholz. *aaaa* Die versteinerten Stellen; *b* der Theil von welchem die Vergröſserung Fig. 18 entnommen ist.

Fig. 18. Vergröſserte Stelle. *a* Die unversteinerten Holzzellen; *b* punktirte Gefäſse; *ccc* Markstrahlen; *ddd* die versteinerten Markstrahlen; *e* Holzzellen; *f* punktirte Gefäſse.

(Wird vom Verfasser fortgesetzt.)

II. *Versuche über das dritte Gesetz Keplers; von W. Eisenlohr.*

Die unter dem Namen, drittes Gesetz Keplers, bekannte Wahrheit, daſs sich die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten, wie die Kubikzahlen ihrer Entfernungen von der Sonne verhalten müssen, wenn, der Gravitationstheorie gemäſs, die Anziehungskräfte sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernung verhalten, ist meines Wissens bis jetzt nur auf eine sehr unvollkommene Art durch Ferguson (Astronomie nach Newtons Grundsätzen umgearbeitet von Kirchhof. 3. Aufl. Berlin 1793. S. 168 u. 169.) mittelst Versuche bestätigt worden. Der jetzige Zustand der Wissenschaft macht auch jeden empirischen Beweis überflüssig; dessen ungeachtet glaubte ein ausgezeichneter Astronom, in dessen

Gegenwart ich mehre Versuche über obiges Gesetz anstellte, sie seyen der Veröffentlichung werth. Ich selbst lege darauf nur in sofern ein Gewicht, als es Manchem nicht uninteressant seyn wird, im engen Raume dasselbe Gesetz bestätigt zu sehen, welches der Umlaufszeit der Planeten in ihrer großen Entfernung zum Grunde liegt, und bin auch der Meinung, daß bei den, zur Mode gewordenen populären Vorträgen der Astronomie, der empirische Beweis Vielen willkommner seyn wird, als der einfachste aller mathematischen Beweise.

Der Apparat, welchen ich dazu verfertigen ließ, ist von der Ferguson'schen durch Nairne verbesserten Centrifugalmaschine nur wenig verschieden. Er ist in Fig. 5 Taf. III in dem 10ten Theil der natürlichen Größe abgebildet. *AB* ist eine kreisförmige Scheibe von Ahornholz, welche deßhalb so schwer und groß ist, damit sie einen gleichförmigen Gang erhalte. Ihre eiserne Achse ruht mit der Spitze in der Pfanne *D*. Außerdem ist auf derselben Achse das am Rande ausgedrehte Rad *LL* befestigt. Ein zweites Rad *MM*, welches mittelst der Kurbel *N* gedreht werden kann, hat den doppelten Umfang des ersten, und dient dazu, um mittelst einer gespannten Leine dem Rade *LL*, und somit der Scheibe *AB* die doppelte Umdrehungsgeschwindigkeit zu ertheilen. Der verschiebbare Schlitten *PP* und die Schraube *Q* haben den Zweck, die Leine gehörig spannen zu können. In der Mitte der Scheibe *AB* ist ein messingenes Gestellchen *EC* befestigt, welches aus vier metallnen Stäbchen besteht, die oben und unten in messingene Plättchen eingelassen sind. In dem obern Plättchen befindet sich ein Einschnitt für die mit sehr geringer Reibung drehbare Rolle *K*. Gerade unter dieser bei *K'* befinden sich zwei kleinere parallele Rollen. Die Träger *FF*, welche sich diametral gegenüber liegen, tragen die polirte Stahlstange *FF*, auf welcher die hölzerne durchbohrte Kugel *G* leicht verschoben werden kann. Auf beiden Seiten der Stahlstange

stange sind an der Kugel Häkchen befestigt, um an sie die Enden zweier Seidenfäden zu knüpfen. Diese Faden laufen über die parallelen Rollen bei K', vereinigen sich auf der Rolle K, und gehen durch die Mitte des Gestelles zu dem Häkchen, welches das Gewicht H trägt. Dieses Gewicht ist cylindrisch, wiegt $\frac{9}{16}$ Kilogramm und berührt die vier Stäbchen nahezu. Es besteht aus vielen, gleich dicken und gleich schweren Metallplättchen, welche in der Mitte durchbohrt und mit einem Einschnitte versehen sind, um sie herausnehmen zu können. An dem untersten ist der Draht mit dem Häkchen befestigt, welches zum Aufknüpfen der Fäden dient. — Bei der Umdrehung der Scheibe spannt natürlich die Centrifugalkraft der Kugel G den Faden. Nimmt die Geschwindigkeit zu, so wird das Gewicht H gehoben, und läfst sie nach, so fällt es wieder herab. Mit einiger Uebung ist man im Stande, durch vorsichtiges Drehen das Gewicht H während der Umdrehung *auf einer bestimmten Höhe*, gewöhnlich 4 — 5 Millimeter, *zu erhalten.*

Mit der soeben beschriebenen Maschine beträgt die Anzahl der zur Erhaltung des Gleichgewichts in einer Minute nöthigen Umdrehungen 81, wenn die Entfernung der Kugel von der Mitte, nachdem das Gewicht um 5 Millimeter gehoben ist, noch 24 Centimeter beträgt, und $\frac{9}{16}$ Kilogr. den Faden spannen. Bei 36 Centimetern Entfernung und $\frac{4}{16}$ Kilogr. Gewicht, beträgt die Anzahl der nöthigen Umläufe 43 bis 44. Es verhalten sich also die Entfernungen wie 2 zu 3, die Anziehungskräfte wie 4 zu 9, und die Umlaufszeiten wie 43 zu 81. Weil aber $2^3 : 3^3 = 43^2 : 81^2$, so bestätigt dieser Versuch das angegebene Gesetz; ebenso wird es durch andere Versuche bestätigt, deren Anführung hier überflüssig wäre. Man sieht überdiefs, dafs dieser Apparat für alle Versuche über die Centrifugalkraft leicht eingerichtet werden kann.

Mannheim, den 14. Oct. 1837.

III. *Ueber eine neue Art der Ton-Erzeugung; von Hrn. August Pinaud.*

(*L'Institut*, No. 131 p. [illegible])

Vor einiger Zeit war ich beschäftigt, vor der Glasbläserlampe ein Differentialthermometer zu verfertigen. Ich blies an dem Ende einer ungefähr drei Millimeter dicken Glasröhre eine kleine Kugel aus. Die Kugel war noch sehr heifs; als ich die Röhre bei Seite legte, sogleich vernahm ich einen zwar schwachen, aber sehr reinen Ton, welcher allmälig verhallte und mit der Wärme der Kugel ganz verschwand. Ich wiederholte den Versuch mit Röhren von verschiedener Länge und verschiedenem Durchmesser, und erhielt immer Töne, bald tiefere, bald höhere, je nach den Dimensionen des kleinen Apparates, der sie hervorbrachte.

Diese Erscheinung liefs sich mit solcher Sicherheit und Leichtigkeit hervorbringen, dafs es mich wunderte, wie die, welche täglich mit Glasblasen beschäftigt sind, dieselbe nicht schon wahrgenommen haben sollten. Indefs wird es dadurch begreiflich, dafs man beim Ausblasen einer Kugel am Ende einer Röhre gewöhnlich so lange hineinzublasen pflegt, bis die Kugel erkaltet ist, um so eine Mifsgestaltung derselben zu verhüten; während der von mir beschriebene Versuch erfordert, dafs man mit dem Blasen einhalte, wenn die Kugel fast noch braunroth glüht.

Bei dem Bemühen, diese Thatsache zu erklären, bemerkte ich, dafs die tönende Röhre, welche ich *Kugelröhre* nennen will, inwendig mit Feuchtigkeit bekleidet war, entweder weil diese schon vor dem Einblasen vorhanden, oder durch [illegible] hineingekommen war. Von diesem Augen[illegible] dafs Wasserdampf

die Hauptursache der Erscheinung sey. Um mich davon zu überzeugen, nahm ich eine Röhre, trocknete die Luft in derselben aus, schmolz sie darauf an ihrem Ende und bliefs mit trockner Luft eine Kugel daran aus. Nun konnte ich keinen Ton mehr vernehmen. Darauf wiederholte ich den Versuch, nachdem ich dieselbe Röhre und Kugel inwendig befeuchtet hatte, und sogleich liefs sich der Ton wieder deutlich hören.

Die Erklärung der Erscheinung aus dieser Ursache schien mir ungemein einfach. Der durch die feuchte Luft in die Kugel gebrachte Wasserdampf dehnt sich durch die Wärme aus und verdichtet sich darauf an den Wänden der kalten Röhre. Durch diese Verdichtung entsteht ein leerer Raum, und die feuchte Luft tritt, um ihn zu füllen, schnell hinein. Der durch diese Luft hineingeführte Dampf dehnt sich sogleich aus und verdichtet sich zum Theil in der Röhre; es entsteht ein neues Vacuum, und abermals ein plötzliches Eindringen der Luft. Es ist also ein zwischen dem Wasserdampf der Kugel und der feuchten Luft der Röhre fortwährend unterbrochenes Gleichgewicht, woraus die Tonschwingungen entspringen.

Die Aehnlichkeit dieser Erscheinung mit der beim Ausströmen eines angezündeten Stroms von Wasserstoffgas aus einer Glas- oder Metallröhre ist unverkennbar. In beiden Fällen wird offenbar der Ton durch dieselbe Ursache erzeugt; nur ist in dem einen der Wasserdampf schon fertig gebildet da, in der an einem Ende verschlossenen Röhre; während in dem andern der Dampf seine constante Quelle in der Verbrennung des Wasserstoffgases hat, und die Röhre an beiden Enden offen ist.

Nachdem ich die Ursache der Erscheinung ausgemittelt, hatte ich noch das Gesetz derselben zu bestimmen. Ich hielt diese Bestimmung anfangs für schwierig, weil ich glaubte, das Phänomen erzeuge sich nur auf einige Augenblicke nach dem Ausblasen der Kugel; allein bald fand ich, dafs man die schon erkaltete Kugel nur

in die Flamme einer Weingeistlampe zu halten brauche, um sogleich den Ton hervorzurufen und sehr lange zu unterhalten. Wenn er zufällig nicht zum Vorschein kommt, so rührt dies davon her, dafs die Röhre nicht feucht genug ist; und man braucht alsdann nur die Röhre oder selbst die Kugel inwendig zu befeuchten.

Für das Folgende setze ich immer voraus, dafs man die Röhre durch Eintauchung in die Flamme einer Weingeistlampe zum Tönen gebracht habe. Diefs ist die einfachste und bequemste Art einen gleichmäfsigen und anhaltenden Ton zu erlangen.

Die Beschaffenheit des in der Kugelröhre erzeugten Tons hängt offenbar wesentlich von drei Elementen ab, nämlich: 1) von der Länge der Röhre, 2) vom Durchmesser der Kugel, und 3) vom Durchmesser der Röhre. Die anzustellenden Versuche bieten sich also von selbst dar: man mufs folgeweise die Länge der Röhre, den Durchmesser derselben, und den Durchmesser der Kugel abändern, und untersuchen, wie dadurch der Ton verändert werde.

Auf solche Weise habe ich folgende drei allgemeine Gesetze aufgefunden:

I. *Der Ton, der in einer durch eine erhitzte Kugel verschlossenen Glasröhre erzeugt wird, ist, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, desto tiefer, je länger die Röhre ist.*

II. *Bleiben Länge und Durchmesser der Röhre gleich, so ist der Ton desto tiefer, je gröfser die Kugel am Ende der Röhre ist.*

III. *Endlich ist der Ton, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, desto höher, je gröfser der Durchmesser der Röhre.*

Diefs letztere Gesetz ist sehr merkwürdig, weil es von dem abweicht, was uns die [illegible] schwingungen in Röhren lehrt [illegible] bestätigen, wie es eben [illegible]

Röhren von gleicher Länge, und Kugeln daran von gleichem Durchmesser haben müssen. Da es aber leichter ist, die Ungleichheit zweier Kugeln, als die vollkommene Gleichheit derselben zu beurtheilen, so bliefs ich einerseits eine kleine Kugel an dem Ende einer kurzen und engen Röhre aus, und andrerseits eine gröfsere Kugel an dem Ende einer längeren und weiteren Röhre. Nach den beiden ersten Gesetzen hätte der Ton der zweiten Röhre tiefer seyn müssen, als der Ton der ersten Röhre, sowohl wegen des gröfseren Volums der Kugel, als wegen der gröfseren Länge der Röhre. Allein statt dess erhielt ich mit der ersten Röhre einen höheren Ton. Aus doppeltem Grunde ist hieraus also zu schliefsen, dafs, bei gleicher Länge der Röhren und bei gleichem Durchmesser der Kugeln, der Ton desto höher ist, je weiter die Röhre, und desto tiefer, je enger die Röhre.

Zur Erzeugung eines Tons in der Kugelröhre ist es keineswegs nöthig, dafs die Röhre überall einen gleichen Durchmesser habe. Nachdem ich eine Röhre, die mir wohl kalibrirt zu seyn schien, zum Tönen gebracht, erhitzte ich sie dicht an der Kugel, und zog sie daselbst aus, um sie zu verengern. Darauf schnitt ich so viel von der Röhre ab, dafs sie ihre ursprüngliche Länge wieder bekam, und tauchte sie nun in die Flamme einer Weingeistlampe. Die Röhre gab nun wieder einen Ton, aber einen etwas tieferen, als zuvor; ein Resultat, das leicht vorauszusehen war, da das Ausziehen die Röhre verengert hatte. Auch diesen Versuch kann man als eine Bestätigung des dritten Gesetzes ansehen.

Nachdem ich die drei obigen Gesetze experimentell erwiesen hatte, beschlofs ich die Zahl der in der Kugelröhre von der Luft ausgeführten Tonschwingungen zu bestimmen, und zwar in Function: 1) der Länge der Röhre, 2) des Durchmessers derselben, und 3) des Durchmessers der Kugel. Bezeichnet man mit n die Anzahl [illegible]wingungen, mit l die Länge der Röhre, mit r den

Durchmesser derselben, mit R den Durchmesser der Kugel, und mit C einen constanten Coëfficienten, so, glaube ich, mufs man folgende Formel aufstellen:

$$n = C\frac{r^{\alpha}}{l^{\beta}R^{\gamma}},$$

wo α, β, γ unbekannte, noch zu bestimmende Exponenten sind.

Ich glaubte überdiefs, dafs es sich mit dem Ton der Kugelröhre wie mit dem Ton einer gewöhnlichen Pfeife verhalten würde, d. h. dafs bei Verkürzung der Röhre auf die Hälfte ihrer Länge der Ton auf die höhere Octave übergehen würde; allein, als ich den Versuch machte, erhielt ich zu meinem anfänglichen Erstaunen ein ganz anderes Resultat. Statt der Octave erhielt ich sehr deutlich die Quinte. Ich wiederholte den Versuch mehrmals mit Röhren von verschiedener Länge und verschiedenem Durchmesser, und verschiedenem Volum der Kugel; allein immer, wenn ich die Röhre in der Mitte, von der Kugel ab, durchschnitt, erhielt ich die höhere Quinte von dem Ton der ganzen Röhre. Jetzt schien es mir wichtig, die wirklichen Längen einer und derselben Röhre zu messen, die, bei ungeändertem Durchmesser derselben, und bei ungeänderter Gröfse der Kugel, alle Töne der Skale geben könnten. Ich unternahm daher die Reihe von Versuchen, deren Resultate in folgender Tafel zusammengestellt sind.

Bei diesen Versuchen sah ich darauf, Röhren von verschiedenem Durchmesser, mit verschiedenen Kugeln daran, und von sehr verschiedener Glasdicke zu nehmen. Allein bei allen Versuchen mit einer und derselben Röhre veränderte ich nur die Länge dieser Röhre; auch gab ich der Kugel immer eine solche Glasdicke, dafs sie durch die Hitze der Lampe ihre Gestalt, und folglich ihr Volumen nicht verändern konnte. Die erhaltenen Töne wurden mit den Tönen einer Geige oder Flöte verglichen.

1ster Versuch.

Röhrenlänge.	Töne [1]).	Längenverhältnifs.	Musikalische Intervalle.
6 Zoll	*c*	1	Einklang
5 -	*d* (zweifelhaft)	$\frac{5}{6}$	Secunde
4 -	*e*	$\frac{2}{3}$	Grofse Terz
3 -	*g*	$\frac{1}{2}$	Quinte
2 -	*h*	$\frac{1}{3}$	Septime

2ter Versuch.

Röhrenlänge.	Töne.	Längenverhältnifs.	Musikalische Intervalle.
8 -	*gis*	1	Einklang
6 -	*h* (natürlich)	$\frac{3}{4}$	Kleine Terz
4 -	$\overline{dis}$	$\frac{1}{2}$	Quinte

3ter Versuch.

Röhrenlänge.	Töne.	Längenverhältnifs.	Musikalische Intervalle.
12 -	*d*	1	Einklang
10 -	*e* (zweifelhaft)	$\frac{5}{6}$	Secunde
9 -	*f* (natürlich)	$\frac{3}{4}$	Kleine Terz

4ter Versuch.

Röhrenlänge.	Töne.	Längenverhältnifs.	Musikalische Intervalle.
10 -	*g*	1	Einklang
3 -	$\overline{g}$ (bis auf ein Komma)	$\frac{3}{10}$	Octave

5ter Versuch.

Röhrenlänge.	Töne.	Längenverhältnifs.	Musikalische Intervalle.
6 -	*h*	1	Einklang
5 -	$\overline{cis}$	$\frac{5}{6}$	Secunde
4 -	$\overline{dis}$	$\frac{2}{3}$	Grofse Terz
3 -	$\overline{fis}$	$\frac{1}{2}$	Quinte
8 -	$\overline{b}$ oder $\overline{ais}$	$\frac{1}{3}$	Septime

6ter Versuch.

Röhrenlänge.	Töne.	Längenverhältnifs.	Musikalische Intervalle.
9 -	*f*	1	Einklang
8 -	*fis* (zu hoch)	$\frac{8}{9}$	Verminderte Secunde

1) Bei Uebertragung der französischen Tonbenennungen ist hier ut_1 durch *c*, ut_2 durch $\overline{c}$ u. s. w. wiedergegeben. *P.*

Röhrenlänge.	Töne.	Längenverhältnifs.	Musikalische Intervalle.
6 Zoll	*a*	$\frac{3}{5}$	Große Terz
$4\frac{1}{2}$ -	$\bar{c}$	$\frac{1}{2}$	Quinte
3 -	$\bar{e}$	$\frac{1}{3}$	Septime.

Berichtigt man die unvermeidlichen Fehler dieser Versuche, so wird die Zusammensetzung der von den Kugelröhren gegebenen Tonleiter folgende:

Töne	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*a*	*h*	$\bar{c}$
Röhrenlänge	1	$\frac{4}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{5}{16}$

und die Intervalle zwischen zwei auf einander folgenden Tönen werden

von *d* auf *c*	$\frac{4}{5}$	grofser Ton
- *e* - *d*	$\frac{5}{6}$	kleiner Ton
- *f* - *e*	$\frac{15}{16}$	grofser halber Ton
- *g* - *f*	$\frac{4}{5}$	grofser Ton
- *a* - *g*	$\frac{5}{6}$	kleiner Ton
- *h* - *a*	$\frac{4}{5}$	grofser Ton
- $\bar{c}$ - *h*	$\frac{15}{16}$	grofser halber Ton

Was die erhöhten oder erniedrigten Töne betrifft, so würde, da das Intervall einer kleinen Terz durch $\frac{3}{4}$ ausgedrückt wird, man haben:

$$es = \frac{8}{4} \quad aes = \frac{15}{32} \quad b = \frac{3}{8} \quad \text{u. s. w.}$$

Eben so sieht man, dafs das charakteristische Verhältnifs von $\bar{d}$, der Octave von *d* und der Quinte von *g* gleich ist $\frac{1}{4}$, dafs das Verhältnifs $\frac{1}{3}$ entsprechen würde $\bar{a}$, der Quinte von $\bar{d}$ und der Octave von *a* u. s. w.

Bisher habe ich nur die Länge der Kugelröhre abgeändert; es bleibt nun noch der Einflufs des Durchmessers der Kugel und der der Röhre zu untersuchen, welche einander entgegengesetzt wirken. Ich habe nun untersucht, wie sich der Ton mit dem Volum der Kugel verändert, indefs dabei noch nicht alle Vorsichtsmafsregeln angewa[illegible]elche eine so delicate Untersuchung

erfordert. Defsungeachtet will ich diesen Versuch hier anführen, weil der Weg, den ich dabei einschlug, mir geeignet scheint, ziemlich scharfe Resultate zu geben.

An dem Ende einer 4 bis 5 Zoll langen und 2 bis 3 Linien weiten Röhre blies ich eine ziemlich grofse Kugel aus, von solcher Dünnheit im Glase, dafs sie durch die Hitze der Weingeistlampe eine bedeutende Volumsverringerung erleiden mufste. Ich merkte mir den Ton, welchen diese Kugel sogleich nach ihrem Ausblasen gab, und füllte sie darauf, nachdem sie erkaltet war, bis zu einem am Anfange der Röhre gemachten Strich, mit Quecksilber. In diesem Zustande wägte ich den Apparat; dann wägte ich ihn leer, so dafs also der Gewichtsunterschied mir das Gewicht des die Kugel füllenden Quecksilbers gab. Ich tauchte nun diese Kugel in die Flamme einer Weingeistlampe, nachdem ich zuvor das Innere der Röhre sorgfältig befeuchtet hatte. Alsbald liefs sich ein Ton hören; Anfangs war er Unisono mit dem ursprünglichen Ton, allein so wie die Kugel durch anfangende Schmelzung ihr Volum verringerte, stieg er merklich. In dem Augenblick, wo der Ton die grofse Terz des ursprünglichen Tons erreicht hatte, hörte ich mit dem Erhitzen der Kugel auf; sie behielt nun ihr Volum bei, abgerechnet die kleine Zusammenziehung, die sie durch's Erkalten erlitt. Ich wägte nun wie zuvor die Quecksilbermenge, welche zur Füllung der Kugel bis zum Strich am Beginn der Röhre nothwendig war, und das Verhältnifs der beiden Gewichte Quecksilber gab mir das Verhältnifs der Volume der Kugel. Bei diesen Versuchen hatten sich die Länge und der Durchmesser der Röhre nicht verändert; die Steigerung des Tons erfolgte alleinig aus der Zusammenziehung der Kugel.

Bei einem nach dieser Methode angestellten Versuch war der erste Ton der Kugelröhre ein *g*, und das Gewicht des die Kugel füllenden Quecksilbers betrug 20,3 Grm. Der Ton derselben Röhre bei verkleinerter Ku-

gel war h, und das Gewicht des füllenden Quecksilbers 10,5Grm. Hiernach scheint es mir wahrscheinlich, dafs, bei Verringerung des Volums der Kugel auf die Hälfte, der entstehende Ton die große Terz des ursprünglichen ist. Indefs, wiederhole ich, der Versuch war nicht sorgfältig genug angestellt, um diesen Resultaten volles Vertrauen schenken zu können. Bis neue Versuche sie bestätigt haben, halte ich sie nur für annähernd.

Am Schlusse dieses Aufsatzes will ich noch einer Beobachtung erwähnen, die mir die in Rede stehenden Untersuchungen scheint erleichtern zu müssen, weil sie die Tonerzeugung in der Kugelröhre bequemer macht. Damit der Ton entstehe, mufs die Kugel eine hohe Temperatur haben; allein, wenn man, ehe die Kugel die zum Tönen nothwendige Temperatur erreicht hat, oder nachdem sie bis unter dieselbe erkaltet ist, in die Röhre bläst, auf die Weise, wie man einem hohlen Schlüssel einen Ton entlockt, so kommt der Ton in unveränderter Höhe oder Tiefe wieder zum Vorschein. Nachdem die Kugel vollständig erkaltet ist, wird es unmöglich der Röhre denselben Ton zu entlocken; wenn es dann überhaupt gelingt, einen reinen und gleichmäfsigen Ton zu erhalten, so ist derselbe weit höher.

IV. *Versuch zur Aufstellung einer Theorie der Dispersion des Lichts; von Hrn. Baden Powell.*

(*Phil. Transact.* 1836. *pt. I p.* 17. Auszug.)

Diese Abhandlung bildet eine Fortsetzung von der in diesen Annalen, Bd. XXXVII S. 352, mitgetheilten, und bezweckt einen Vergleich der von Rudberg am Kalkspath, Bergkrystall, Arragonit und Topas gemessenen

Brechungsverhältnisse (Ann. Bd. XIV S. 45 u. Bd. XVII S. 1), mit der aus Cauchy's Theorie der Dispersion abgeleiteten Formel:

$$\frac{1}{\mu} = H\left\{\frac{\sin\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)}{\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)}\right\},$$

worin μ das Brechungsverhältnifs, λ die Wellenlänge, und H, r, n Constanten, die von der Natur des brechenden Mittels abhängen. Diese Formel ist, wie unter andern Hr. Tovey gezeigt (Ann. Bd. XXXVII S. 365), zwar nur eine annähernde; indefs gewährt es doch Interesse, zu sehen, wie weit sie auch die an krystallisirten Mitteln gemachten Beobachtungen darstellt, und darum theilen wir nachstehend das Resultat der Rechnungen des Hrn. Powell mit:

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)$.	Verhältnifs $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von μ. $= C\left(\frac{arc}{sin}\right)$.
Kalkspath.				
Kante des Prisma parallel der Rhomboëderaxe.				
Ordentlicher Strahl.				
B	1,6531	13° 16′ 0″	1,009	1,6531
C	1,6545	13 55 2	1,010	1,6547
D	1,6585	15 29 59	1,0123	1,6584
E	1,6636	17 19 45	1,0156	1,6638
F	1,6680	18 47 30	1,0181	1,6680
G	1,6762	21 14 30	1,0233	1,6765
H	1,6833	23 1 30	1,0277	1,6834
			$C = 1,6384$	
Aufserordentlicher Strahl.				
B	1,4839	9° 30′ 0″	1,0045	1,4838
C	1,4845	9 57 59	1,0051	1,4847
D	1,4863	11 5 58	1,0063	1,4864
E	1,4887	12 24 38	1,0080	1,4889

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)$.	Verhältniſs $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von $\mu = C\left(\frac{arc}{sin}\right)$
F	1,4907	13° 17′ 20″	1,0092	1,4908
G	1,4945	15 12 30	1,0119	1,4948
H	1,4978	16 29 15	1,0140	1,4978
			$C = 1,4772$	

Bergkrystall.

Kante des Prisma parallel der Rhomboëderaxe.

Auſserordentlicher Strahl.

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)$.	Verhältniſs $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von μ
B	1,5499	10° 33′ 0″	1,0056	1,5497
C	1,5508	11 4 0	1,00635	1,5508
D	1,5533	12 19 30	1,008	1,5533
E	1,5563	13 46 50	1,0097	1,5560
F	1,5589	14 56 50	1,0114	1,5585
G	1,5636	16 53 15	1,0147	1,5636
H	1,5677	18 18 30	1,0173	1,5677
			$C = 1,541$	

Ordentlicher Strahl.

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)$.	Verhältniſs $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von μ
B	1,5409	10° 20′ 0″	1,0054	1,5409
C	1,5418	10 50 30	1,006	1,5418
D	1,5442	12 4 20	1,0075	1,5442
E	1,5471	13 30 0	1,0093	1,5469
F	1,5496	14 38 15	1,0109	1,5493
G	1,5542	16 32 45	1,0141	1,5541
H	1,5582	17 56 0	1,0166	1,5582
			$C = 1,5326$	

Arragonit.

Strahl parallel der ersten Elasticitätsaxe.

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)$.	Verhältniſs $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von μ
B	1,5275	9° 40′ 0″	1,0047	1,5275
C	1,5282	10 8 27	1,0051	1,5282
D	1,5301	11 17 34	1,0065	1,5303
E	1,5326	12 37 40	1,0081	1,5328
F	1,5348	13 41 25	1,0095	1,5348
G	1,5388	15 28 33	1,0123	1,5390
H	1,5423	16 46 36	1,0144	1,5424
			$C = 1,5204$	

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)$.	Verhältniß $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von μ. $= C\left(\frac{arc}{sin}\right)$.
	Strahl parallel der zweiten Elasticitätsaxe.			
B	1,6763	12° 50′ 0″	1,0084	1,6763
C	1,6778	13 27 53	1,0092	1,6776
D	1,6816	14 59 35	1,0115	1,6815
E	1,6863	16 45 56	1,0144	1,6863
F	1,6905	18 10 42	1,0168	1,6903
G	1,6984	20 32 55	1,0217	1,6984
H	1,7051	22 16 27	1,0257	1,7050
			$C = 1,6623$	
	Strahl parallel der dritten Elasticitätsaxe.			
B	1,6806	13° 0′ 0″	1,0086	1,6805
C	1,6820	13 38 20	1,0095	1,6820
D	1,6859	15 11 17	1,0118	1,6858
E	1,6908	16 59 0	1,0148	1,6908
F	1,6951	18 24 45	1,0175	1,6952
G	1,7032	20 48 52	1,0223	1,7033
H	1,7101	22 33 50	1,0263	1,7101
			$C = 1,6662$	

Topas.

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{\pi r n}{\lambda}\right)$.	Verhältniß $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von μ.
	Erste Elasticitätsaxe.			
B	1,6084	10° 5′ 0″	1,0051	1,6085
C	1,6093	10 34 42	1,0056	1,6092
D	1,6116	11 46 48	1,0070	1,6114
E	1,6145	13 10 22	1,0089	1,6145
F	1,6170	14 16 53	1,0104	1,6172
G	1,6215	16 8 40	1,0133	1,6216
H	1,6254	17 30 2	1,0157	1,6254
			$C = 1,6003$	
	Zweite Elasticitätsaxe.			
B	1,6105	10° 7′ 0″	1,0052	1,6105
C	1,6114	10 36 47	1,0058	1,6115
D	1,6137	11 49 10	1,0071	1,6136
E	1,6167	13 12 58	1,0090	1,6165
F	1,6191	14 19 45	1,0104	1,6189
G	1,6236	16 11 53	1,0133	1,6236
H	1,6274	17 33 29	1,0158	1,6275
			$C = 1,6022$	

Strahl.	Beobachtete Werthe von μ.	$\left(\frac{nrn}{\lambda}\right)$.	Verhältniss $\left(\frac{arc}{sin}\right)$.	Berechnete Werthe von μ. $= C\left(\frac{rac}{sin}\right)$.
		Dritte Elasticitätsaxe.		
B	1,6180	10° 7′ 0″	1,00515	1,6189
C	1,6188	10 36 47	1,0058	1,6189
D	1,6211	11 49 10	1,0071	1,6209
E	1,6241	13 12 58	1,0090	1,6240
F	1,6265	14 19 45	1,0104	1,6264
G	1,6312	16 11 53	1,0133	1,6319
H	1,6351	17 33 29	1,0158	1,6351
			$C = 1,60955$	

V. *Bestimmung der Axen des elliptischen Rotationssphäroïds, welches den vorhandenen Messungen von Meridianbögen der Erde am besten entspricht; von J. F. W. Bessel.*

(Auszug aus den astron. Nachrichten, No. 333.)

Walbeck hat diese Aufgabe zuerst aus dem richtigen Gesichtspunkte betrachtet, indem er dasjenige Rotationssphäroïd zu bestimmen suchte, welches allen bis zu seiner Zeit bekannten Gradmessungen möglichst gut darstellt; allein er hat nur auf den nördlichsten und südlichsten Punkt jeder Gradmessung Rücksicht genommen, und die zwischen beiden liegenden, ebenfalls astronomisch bestimmten Punkte nicht in seine Rechnung gezogen. J. C. E. Schmidt [1]) hat die frühere Rechnung vervollständigt, indem er nicht nur allen beobachteten Polhöhen gleiches Recht eingeräumt, sondern auch Gradmessungen berücksichtigt hat, welche in der Zwischenzeit bekannt geworden waren; allein er hat mehre Angaben angewandt.

1) Lehrb. der math. u. phys. Geogr. Bd. I S. IV u. 200.

welche unrichtig zu seyn scheinen, und überdiefs sind seit seiner Rechnung noch drei Gradmessungen vollendet worden: die in Rufsland vom General Tenner, welche mit der von v. Struve einen Meridianbogen von 8° 2′ 29″ umfafst; die in Dänemark von Schumacher, welche sich über 1° 31′ 53″ erstreckt, und die in Preufsen vom Major Bayer und Bessel, welche 1° 30′ 29″ umspannt. Diese beiden Umstände haben dem berühmten Königsberger Astronomen Veranlassung gegeben, auch sich die Bestimmung des wahrscheinlichsten Erdsphäroïds zur Aufgabe zu stellen, und dabei, aufser den drei genannten Messungen, noch folgende zu benutzen: die peruanische, die beiden ostindischen, die letzte französische, die englische, die hannöversche und die schwedische, also in Summa zehn.

Die Hauptresultate dieser Untersuchung sind folgende:

$$\text{Grofse Axe } a = 3271953^{\text{Tois}},854.$$
$$\text{Kleine Axe } b = 3261072\ \ ,900.$$
$$\frac{a}{b} = \frac{300,7047}{299,7047}\,;\ \frac{a-b}{a+b} = 0,0016655304.$$

Länge m eines Meridiangrades, dessen mittlere Polhöhe $= \varphi$,

$$m = 57011^{\text{T.}},453 - 284^{\text{T.}},851 \cos 2\varphi + 0^{\text{T.}},593 \cos 4\varphi - 0^{\text{T.}},001 \cos 6\varphi.$$

Länge p eines Grades des Parallels,

$$p = 57153^{\text{T.}},885 \cos\varphi - 47^{\text{T.}},576 \cos 3\varphi + 0^{\text{T.}},059 \cos 5\varphi.$$

Die Länge eines Erdquadranten, welche nach der anfänglichen Absicht 10000000 Meter seyn sollte, ist dieser Bestimmung zufolge

$$10000565^{\text{M.}},278$$

ihre mittlere Unsicherheit ist $= 508^{\text{M.}},7$, also fast so grofs wie ihre Abweichung von der runden Zahl. Man sieht hieraus, wie unsicher das Meter selbst jetzt, wo die Zahl der Gradmessungen sich beträchtlich vermehrt hat, noch seyn würde, wenn es seine ursprüngliche Erklärung,

dafs es der 10000000te Theil des Erdquadranten seyn sollte, behalten hätte. Noch immer würde seine Unsicherheit wenigstens $0^{L},0225$ betragen, eine Gröfse, welche nur bei sehr rohen Messungen unbedeutend erscheinen könnte [1]).

VI. *Ueber Thermo-Elektricität überhaupt, über den thermo-elektrischen Funken und einen Thermo-Elektromagnet insbesondere; von H. Alexander.*

Prof. der Physik an der polytechnischen Schule zu München.

Oersted's wichtiger Entdeckung, wodurch er der Vater des Elektromagnetismus wurde, steht Seebeck's Entdeckung würdig zur Seite, wonach durch krystallinische Metalle, wie Antimon und Wismuth, die zusammengelöthet, im magnet. Meridian aufgestellt, und dann an ihren Endpunkten ungleich erwärmt werden — ein elektrischer Strom entsteht, der durch das Ablenken einer darüber oder darunter gestellten Magnetnadel erwiesen und zugleich gemessen wird, und den Namen eines thermoelektrischen führt.

Die Versuche, welche Seebeck und v. Yelin gleichzeitig machten, sind seit 1821 und 22 bekannt. Seit dieser Zeit fand dieses Kapitel der Elektricitätslehre sorgsame

1) Obigen Resultaten zufolge ist also

$$\text{die Abplattung} = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{300,7047},$$

die Länge eines Meridiangrades dessen mittlere Polhöhe

$0° = 56727^{T},194$

$45 = 57011\ ,453$

$90 = 57296\ ,898$

Länge eines Aequatorgrades $= 57106^{T},368$. *P.*

same Pflege in Italien, und Nobili's schon früher ausgesprochene Meinung, daſs alle elektrischen Ströme durch Temperatur-Differenz entstehen, gewinnt mit jedem Tage an Begründung. (? P.)

Die Thermo-Elektricität bringt Erscheinungen hervor, die wir auch an der Reibungs- und Berührungs-Elektricität beobachten. Nobili beobachtete Muskelzuckungen; Botto in Turin zersetzte Wasser. — Zu den wichtigsten Entdeckungen, die im Felde der Thermo-Elektricität in der neuesten Zeit gemacht worden sind, gehört unstreitig die des thermo-elektrischen Funkens und des Magnetismus durch thermo-elektrische Ströme, als ebenso viele Beweise für die Ansicht, daſs die Elektricität, ihrer Erzeugungsquelle nach, zwar verschieden, ihrer Natur und Wirkung nach aber ähnlich sey.

Es sollen hier nun einige der genannten Erscheinungen der Thermo-Elektricität besprochen werden, so wie ich sie durch Versuche bestätigt fand.

1. Die Erzeugung des thermo-elektrischen Funkens.

Antinori in Florenz hatte bereits eine Reihe von Versuchen angestellt über die Wirkungen des thermo-elektrischen Stromes, namentlich über den Funken und die chemischen Wirkungen desselben. — Prof. Linari an der Universität zu Siena wiederholte Antinori's Versuche und veröffentlichte die Resultate derselben in dem »*L'Indicatore Sanese*, No. 50. Decbr. 1836.«

Die wesentlichsten Resultate seiner Versuche sind: die Entwicklung des thermo-elektrischen Funkens, die Wasserzersetzung und die Verwandlung einer unmagnetischen Nadel in einen Magnet durch den Strom. Die Erzeugung des Funkens wollte anfangs schwer gelingen, und wurde deſswegen mehrfach bezweifelt, bis man die Kupferband-Spirale als Multiplicator anwendete, wovon weiter unten. Wheatstone, Professor am King's-College in London, wiederholte diese Versuche mit günstigem Erfolge. — Vergl. *The London and Edinburgh*

Philosophical Magazine, Mai-Heft 1837 [1]). — Francis Watkins theilt das Resultat seiner Versuche über obengenannte Erscheinungen im September-Hefte des letztgenannten Journals mit.

Ich will nun den Versuch zugleich mit den gebrauchten Apparaten beschreiben.

Die thermo-elektrischen Säulen, deren ich mich bei meinen Versuchen bediente, waren die von Nobili und Melloni, wie sie in Dove's Repertorium der Physik, Bd. I S. 355 u. 56, Berlin 1837, beschrieben und Tafel II Fig. 2 u. 6 abgebildet sind.

Den wesentlichsten Dienst leistete mir dabei ein Multiplicator in Bandform, dessen bereits oben erwähnt worden. Einige nennen ihn Spiral-Conductor. Der Erfahrung zufolge leistet nämlich ein Kupferband weit mehr als ein Draht von einer weit gröfseren Anzahl von Windungen, worauf, meines Wissens, zuerst ein Mitglied der American Philosophical Society im Jahre 1835 aufmerksam machte. Der Kupferstreifen, dessen ich mich bediente, ist 80′ lang, $1\frac{1}{2}''$ breit, mit Papier überzogen und wiegt $9\frac{1}{2}$ Pfund. Das Band ist in einer flachen Spirale aufgewunden, wie man eine Aderlafsbinde aufzuwickeln pflegt. Die obengenannte thermo-elektrische Säule ward an einem Ende durch eine Weingeistflamme erwärmt, am andern durch Verdunstung von Schwefeläther abgekühlt [2]). Von den Polen der Säule wurde nun der so entstandene Strom in ein hölzernes Gefäfs geleitet, welches mit Quecksilber gefüllt war. In der Mitte dieses Gefäfses befindet sich eine Scheidewand, wodurch das Quecksilber in zwei von einander getrennte Hälften getheilt wird. Das Gefäfs ist für den Versuch äufserst bequem, und dasselbe, wie das bei Ritchie's elektromagnetischem Rotations-Apparate. In jede der Quecksilber-Hälften führt ein Platindraht, mit welchem ein Pol der Säule gut metallisch verbunden wurde.

1) Annal. Bd. XXXXI S. 160. *P.*

2) Die Ablenkung der Galvanometer-Nadel betrug im Max. 94°. —

Die beiden spitzigen Enden der Kupferspirale wurden in das Quecksilber getaucht; so oft ich eins dieser beiden Enden aus dem Quecksilber zog, erhielt ich einen Funken. Der Funke war lebhaft und mit einem knisternden Laute verbunden. Benetzte ich zuvor die Spitzen der Spirale mit salpetersaurem Quecksilber, so war der Funke lebhafter und versagte nie.

2. Erzeugung von Magnetismus in weichem Eisen durch thermo-elektrische Ströme.

Fr. Watkins machte hierüber Versuche; ich wiederholte sie unter mannigfaltigen Abänderungen und fand die gewünschten Resultate. Das Eisen, dessen ich mich bei meinen Versuchen bediente, war so weich, dafs ich es leicht mit dem Messer schneiden konnte. Es ist in Hufeisenform gebogen, mit einer Siegellacklösung überzogen, wiegt 2 Pfund; seine Polweite beträgt 2″; der Durchmesser eines Schenkels 1″. — Die Zahl der Windungen des 1‴ dicken Kupferdrahtes um das Eisen ist 45. — Die hiezu benutzte Batterie ist von den früher angegebenen verschieden und von folgender Beschaffenheit: Sie besteht aus einer horizontalliegenden vierseitigen Säule von 25 Elementen aus Wismuth und Antimon, jede Platte zu $1\frac{1}{2}$□″ Fläche und 1‴ Dicke. Die Elemente sind mit Zinn gelöthet. Von den Polen dieser Säule gingen 1‴ starke Kupferdrähte in Quecksilbernäpfe, in welche die Drähte des Elektromagneten tauchten, die zuvor etwas angefeilt, und dann mit salpetersaurem Quecksilber benetzt wurden. Von oben wurde die Säule durch eine Lage Eis abgekühlt, von unten durch eine Weingeistflamme erwärmt. Sogleich trug das Eisen seinen Anker, und behielt ihn noch einige Zeit fest, nachdem die Flamme entfernt war. — Ich nahm nun zur Erzeugung einer gröfseren Temperatur-Differenz ein Gemenge von — 10° R. Das Eisen trug sein halbes Gewicht. Darauf mengte ich 3 Theile salzsauren Kalks und 2 Theile gestofsenen Eises, wodurch die Tragkraft

des weichen Eisens bedeutend vermehrt wurde; indessen verdient die strahlende Wärme eines rothglühenden Eisens vor einer Weingeistflamme den Vorzug der gleichmäſsigeren Erwärmung der ganzen Säule, was bei der gleichmäſsigen Abkühlung nach der ganzen Länge der Säule von oben wichtig ist. — Dieſs rechtfertigt den ohnehin leicht zu machenden Schluſs, daſs eine gröſsere Temperatur-Differenz auch stärkere magnetische Wirkung erzeugen werde.

Hr. Watkins macht im September-Heft des obengenannten Magazine's eine Mittheilung, wornach er durch einen thermo-elektrischen Strom einen Thermo-Elektromagnet von 98 Pfund Tragkraft erzeugte. Indessen gibt er weder Gewicht noch Dimensionen seines Hufeisens an, wovon doch offenbar die relative Tragkraft des fraglichen Elektromagneten abhängt.

Die Gröſse des Eisens und die Dicke des umwundenen Drahtes wird wegen der zunehmenden Oberfläche, über welche sich der Strom verbreitet, die Tragkraft vermehren, nach Barlow's Versuchen zu schlieſsen, nach welchen die Verbreitung der magnetischen Thätigkeit in weichem Eisen nicht von dessen Masse, sondern von der Gröſse seiner Oberfläche abhängt.

Merkwürdig und in ihren Resultaten wichtig sind in dieser Beziehung auch W. Sturgeon's Versuche, die er im October-Hefte der *Annals of Electricity etc.* bekannt macht.

Dieser Experimentator untersuchte nämlich das Verhältniſs der elektrischen Ströme in weichem Eisen zur Metalldicke in Beziehung auf Verbreitung magnetischer Action. Er machte seine Versuche mit einem 12" langen und 9‴ inneren Durchmesser fassenden Flintenlauf, und einem massiven Cylinder von weichem Eisen, der genau in jene Röhre geschoben werden konnte. Der Lauf mit oder ohne den Cylinder konnte in eine Spirale von übersponnenem Kupferdraht geschoben werden,

durch den ein elektrischer Strom um das weiche Eisen geleitet wurde. Seine Batterie war ein einfaches galvanisches Element von Kupfer und Zink; die Erregungsflüssigkeit verdünnte Salpetersäure. Er leitete den Strom zuerst durch die Kupferspirale allein. Die Nadel seines empfindlichen Galvanometers zeigte 3° Ablenkung. Nun schob er den Flintenlauf in die Spirale. Die Ablenkung betrug nun 30°. Hierauf schob er nach und nach den massiven Cylinder von weichem Eisen in den Lauf. Die Ablenkung nahm zu bis zur Hälfte des eingeschobenen Cylinders, von da aus aber ab. War der ganze massive Cylinder in den Lauf geschoben, so betrug die Ablenkung wieder etwa 30° [1]). — Sturgeon's Versuchen zufolge entwickelte eine eiserne Röhre von etwa $\frac{1}{12}''$ Wanddicke bei einem einfachen Strome aus einem einzigen galvanischen Elemente gerade so viel magnetische Kraft, als solide Cylinder von denselben Dimensionen. — Hier erinnert man sich des analogen Verhältnisses der Oberflächen der Conductoren bei der Reibungs-Elektricität zu der Menge der auf ihnen angehäuften freien Elektricität.

Von grofser Wichtigkeit wird diese Beobachtung vorzüglich für die Praxis werden, da, wo Elektromagnetismus als bewegende Kraft für Maschinen angewendet werden soll, indem dann mit weichem Eisen von sehr grofser Oberfläche, aber verhältnifsmäfsig sehr geringer Masse, grofse magnetische Kraft zu erlangen seyn wird.

3. Die Wasserzersetzung mittelst thermo-elektrischer Ströme.

Der Apparat, dessen ich mich bediente, war der gewöhnliche, den man zur Zersetzung des Wassers durch die galvanische Säule gebraucht; die thermo-elektrische Batterie war die zuletzt beschriebene. In das Wasser, etwa $\frac{3}{4}$ Maafs, hatte ich einige wenige Tropfen Schwefelsäure gebracht. Ich verband die Platindrähte des Was-

1) Vergl. Dove in dessen *Repert. I.* 276. *P.*

serzersetzungs-Apparats mit den Polen der thermo-elektrischen Säule durch Quecksilbernäpfe, und die Gasentwickelung ging ungefähr so vor sich, wie man sie mit Clarke's magneto-elektrischen Rotations-Apparat erzeugen kann.

VII. *Resultate stündlicher Thermometerbeobachtungen zu Padua, Leith, Salz-Uflen und Plymouth.*

Die Aufgabe, aus täglich in geringer Anzahl angestellten Thermometerbeobachtungen die Mitteltemperatur von Tagen, Monaten, Jahreszeiten oder ganzen Jahren herzuleiten, ist unstreitig eine der hauptsächlichsten in der Meteorologie, da, ohne die Lösung derselben, ein einzelner Beobachter in unseren Breiten nicht zur genauen Kenntnifs des so wichtigen Elements der mittleren Lufttemperatur seines Orts gelangen kann, es sey denn, er wäre mit einer Thermometeruhr, wie die Jürgensensche (Ann. Bd. XXXIX S. 524), versehen, oder wollte sich blofs auf die mittlere Jahrestemperatur beschränken, und wendete zu dem Ende das in diesen Annal. Bd. IV S. 417 vorgeschlagene Mittel an. Daher haben denn auch die Meteorologen diese Aufgabe vielfach zum Gegenstand ihres Nachdenkens gemacht, und gesucht, sie entweder auf theoretischem oder empirischem Wege zu lösen.

Zu den theoretischen Lösungen lassen sich rechnen:

I. Tralles Formel:

$$t = x + \tfrac{2}{3} L(M - x),$$

worin t die Mitteltemperatur des ganzen Tags, M das beobachtete Maximum, x eine in der Nacht oder am Morgen beobachtete Temperatur, und L die Dauer des Standes der Sonne über dem Horizont, in Theilen der ganzen Tagesdauer von 24 Stunden (Abhandl. der Berl. Akad. f. 1818 u. 19. S. 413). Die Zeit der Beobachtung

von x ist nach der Jahreszeit verschieden, und scheint es auch nach der Polhöhe des Beobachtungsorts zu seyn (Kämtz Lehrb. der Meteorolog. Bd. I S. 100); Tralles nimmt dafür approximitiv 1 Uhr in der Nacht.

II. Kämtz's Formel:

$$t = x - \tfrac{2}{3}L(x-m),$$

worin m das beobachtete Minimum, aus Tralles's Formel abgeleitet (Lehrb. Bd. I S. 101).

III. Hällström's Formel:

$$t = \tfrac{1}{3}A + \tfrac{2}{3}B(M-m) + m,$$

worin t, M und m dieselbe Bedeutung haben, A und B aber Coëfficienten sind, von denen der erstere nach dem Beobachtungsort und dem Monat verschieden, B dagegen constant ist, und, wenn die Tageslänge von 24 Stunden zur Einheit genommen wird, $\frac{7}{12}$ beträgt (Ann. Bd. IV S. 386). Nach Kämtz (Lehrb. Bd. I S. 93) ist jedoch B nicht constant, sondern ebenfalls nach Ort und Zeit verschieden.

IV. Hällström's zweite Formel, aus ersterer abgeleitet:

$$t = \tfrac{1}{2}(M+m) - p(M-m),$$

worin p ein nach dem Ort, und vermuthlich auch nach der Jahreszeit veränderlicher Coëfficient (Ann. Bd. IV S. 391).

V. Gaufs's Formel zur approximitiven Integration:

$$AR + A_{,}R_{,} + A_{,,}R_{,,} + \ldots A_{n}R_{n},$$

über welche, so wie über Newton's und Cotes's Interpolationsformel, in diesen Ann. Bd. IV S. 410, oder Kämtz's Lehrb. Bd. I. S. 108 das Nähere. Am letzteren Orte wird auch noch einer zu gleichem Zweck von Kramp aufgestellten Formel erwähnt.

Zu den empirischen Methoden gehören alle die, welche das arithmetische Mittel von beobachteten Temperaturen, entweder direct oder nach Multiplication mit constanten Coëfficienten, als Mitteltemperatur betrachten. Sie zerfallen in zwei Klassen:

A) Anwendbar zur Bestimmung der Mitteltemperatur des Tages, und demnächst der Monate, Jahreszeiten und ganzen Jahre.

1) Das Mittel aus den am Thermometrographen abgelesenen Extremen des Tages.

2) Das Mittel der Ablesungen bei Sonnenaufgang und um 2 Uhr Nachmittags, auch wohl mit Hinzuziehung der Beobachtung zur Zeit des Sonnenuntergangs.

3) Bloſs die Ablesung zur Zeit des Sonnenuntergangs.

4) Das Viertel der Gröſse $= XIX + II + 2 . IX$, wo XIX, II und IX die Ablesungen respective um 7 Uhr Morgens, 2 und 9 Uhr Abends bezeichnen.

5) Das Vierundzwanzigstel der Gröſse $= 7 . XX + 7 . III + 10 . X$, wo XX, III und X respective die Beobachtung um 8 Uhr Morgens, 3 und 10 Uhr Abends bedeuten.

6) Ueberhaupt: $t = a\tau + a'\tau' + a''\tau'' + \ldots$, wo τ, τ', τ'' ... die zu gewissen (nicht nothwendig aequidistanten) Zeitpunkten beobachteten Temperaturen, und a, a', a'' ... empirisch bestimmte Coëfficienten sind.

7) Die Gröſse: $t = b\tau + b'\tau' + b''\tau'' + \ldots$, wo b die Zeit zwischen den Ablesungen τ und τ' bezeichnet, b' die zwischen τ' und τ'' u. s. w., dabei die Zeit von 24 Stunden als Einheit genommen.

8) Das Mittel aus den Ablesungen zu irgend drei aequidistanten Zeitpunkten, besonders 8 Uhr Vormittags, 4 und 12 Uhr Nachmittags.

9) Das Mittel aus den Ablesungen zu vier aequidistanten Zeitpunkten, besonders 4 und 10 Uhr Vormittags, und 4 und 10 Uhr Nachmittags.

B) Anwendbar bloſs für die Mitteltemperatur des ganzen Jahres.

10) Die nach einer der vorstehenden Methoden bestimmte Mitteltemperatur des Octobermonates (oder

einer entsprechenden Periode des Frühjahres, nicht aber des Aprils, der ein zu geringes Resultat liefert).

11) Das Mittel der täglich um 9 Uhr Morgens oder 8 Uhr Abends (oder anderen nahe dabei liegenden, nach der Breite des Orts etwas verschiedenen Zeiten) gemachten Ablesungen.

12) Das Mittel der täglich zu irgend zwei gleichnamigen (homonymen) Stunden, besonders 10 Uhr Morgens und 10 Uhr Abends (besser $10\frac{1}{4}$ Uhr Morgens und $10\frac{1}{4}$ Uhr Abends), oder 4 Uhr Morgens und 4 Uhr Abends beobachteten Temperaturen.

Die theoretischen Methoden sind bisher wenig angewandt worden, und zwar aus leicht ersichtlichem Grunde. No. I, II, III, IV erfordern nicht nur eine umständliche Rechnung, sondern verfehlen auch dadurch ihren Zweck, dafs sich die darin enthaltenen unbekannten Gröfsen m, A, B, p strenge genommen nicht anders bestimmen lassen, als wenn die Mitteltemperatur t schon bekannt ist. Tralles und Hällström haben sie auf eine Weise bestimmt, die nicht frei von Willkühr ist [1]), und wenn man einen solchen Weg nicht einschlagen will, bleibt nur übrig, t für einige Tage durch stündliche Beobachtungen zu ermitteln, um die dadurch mittelst der Formeln gefundenen Werthe jener Gröfsen auf die übrigen Tage des Monats anzuwenden, wobei indefs der Zweifel entstehen kann, ob sie einer solchen Anwendung fähig seyen. No. V ist in der Anwendung nicht verschieden von No. 6, nur dafs die Beobachtungszeiten (die sich nach der Anzahl der täglich gemachten Beobachtungen richten) so gewählt werden, dafs die Coëfficienten theoretisch bestimmbar sind.

Unter den empirischen Methoden ist die besonders

1) Mit Verlegung der nächtlichen Beobachtung auf 1 Uhr scheint auch, dafs Schouw die Tralles'sche Methode an den Chiminello'schen Beobachtungen geprüft habe (Pflanzengeographie S. 59).

von Hrn. v. Humboldt empfohlene No. 1 die bequemste, und daher jetzt die gebräuchlichste; auch hat sie sich bewährt, so weit sie geprüft ist. — No. 2 und 3 sind wegen der Veränderlichkeit der Beobachtungszeit schwierig auszuführen, und darum jetzt meistentheils verlassen. — No. 4, 5, 6 gestatten eine leichtere Ausführung und geben, wie Kämtz gezeigt hat (Lehrbuch, Bd. I S. 103), sehr brauchbare Resultate, wenigstens für unsere Breiten. — No. 7 ist von Kupffer an einem System von 8 täglichen Beobachtungen (8^h, 10^h, Mittag, 2^h, 4^h, 6^h, 8^h, 10^h) geprüft; ein Jahr lang mit No. 4 verglichen, gab sie nur 0°,19 weniger als diese (*Observations météorologiques et magnétiques faites dans l'Empire de Russie etc. par Mr. Kupffer, T. I. St. Petersbourg* 1837). — Ueber No. 8 sehe man Taf. X S. 646. — No. 9, von Kämtz vorgeschlagen, gibt sehr genaue Resultate (Lehrbuch, Bd. I S. 105), möchte aber für die meisten Beobachter etwas unbequem seyn.

Von den empirischen Methoden der zweiten Art geben No. 10 und 11 sehr brauchbare Approximationen, No. 12 aber, wie Brewster gezeigt hat, einen hohen Grad von Genauigkeit. Siehe Taf. IX S. 645.

Sämmtliche Methoden der beiden ersten Klassen sind trügerisch, obgleich in verschiedenem Grade, wenn man sie in unseren Klimaten, besonders zur Winterzeit, wo der Gang der Temperatur zuweilen ganz anomal ist, zur Bestimmung der Mitteltemperatur eines einzelnen Tages anwenden will. Diese Aufgabe kann mit voller Zuverlässigkeit (mit einer Sicherheit bis auf ein Zehntel-Centigrad) nicht anders als mit Hülfe einer Thermometeruhr, oder durch stündliche Beobachtungen gelöst werden. Glücklicherweise handelt es sich aber vor jetzt noch nicht, oder wenig, in der Meteorologie um diese Aufgabe, sondern ausschliefslich oder hauptsächlich um die Mitteltemperatur eines gröfseren Zeitabschnitts, z. B. eines Monats oder des Tags im monatlichen Durchschnitt.

Und zur Lösung dieser Aufgabe sind alle genannten Methoden, freilich eine mehr wie die andere, brauchbar.

Der wahre Prüfstein aller dieser Methoden sind stündliche Beobachtungen, die wenigstens ein Jahr lang fortgesetzt wurden. Solcher Beobachtungen besitzen wir bis jetzt vier Reihen.

1) Die von Chiminello in Padua (45° 24′ N. B. und 11° 52′ O. L. Grw.) angestellte. Sie umfafst das Jahr 1778 ganz, das Jahr 1779 vom 7. Mai bis 22. Aug., und die fünf Wochen vom 3. Dec. 1779 bis 6. Jan. 1780, immer von 4 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends gehend, und noch eine Nachtbeobachtung zu veränderlicher Stunde einschliefsend. Sie ist die gröfste, welche ein Einzelner zu Stande brachte (*Ephemerid. soc. meteorol. Palat. T. IV p.* 354).

2) Die, auf Brewster's Veranlassung, von den Officieren der Besatzung des Forts Leith (55° 56′ N. B. und 3° 13′ W. L. Grw.) angestellte. Sie umfafst die beiden Jahre 1824 und 1825 vollständig und ohne Unterbrechung stündlich (*Transact. of the Royal Society of Edinburgh* 1826).

3) Die von R. u. W. Brandes zu Salz-Uflen (52° 3′ N. B. und 8° 40′ O. L. Grw.) ununterbrochen das ganze Jahr 1828 hindurch stündlich angestellte (Archiv der Pharmacie, Reihe II Bd. XI St. 1).

4) Die von der Britischen Naturforscher-Versammlung angeregte, von Hrn. Snow Harris geleitete und von Beamten der Hafenwache in Plymouth (50° 21′ N. B. und 4° 6′ W. L. Grw.) ausgeführte Reihe. Sie ist die ausgedehnteste von allen, umfafst volle fünf Jahre, 1833 bis 1837, ohne Unterbrechung stündlich; von ihren Resultaten sind indefs bis jetzt nur die aus den beiden ersten Jahren bekannt gemacht (*Report of the fifth meeting of the British Association for the advancement of Science; held at Dublin in* 1835) [1]).

1) Aufserdem sollen noch neuerdings dergleichen Beobachtungen zu

Die Leither Beobachtungen sind dem physikalischen Publikum in Deutschland nur theilweise, und die Plymouther noch gar nicht mitgetheilt, auch möchten die von Salz-Uflen demselben nur wenig bekannt geworden seyn. Ich benutze daher eine Aufforderung des Hrn. Hofr. Brandes, die letzteren in die Annalen einzurücken, um zugleich auch die übrigen Beobachtungsreihen mitzutheilen, und so den Freunden der Meteorologie alle bisher bekannten Data zur Prüfung des von ihnen befolgten Beobachtungssystems in die Hand zu geben. Die Chiminello'schen Beobachtungen gebe ich so, wie sie in Kämtz Meteorologie enthalten sind. Von den übrigen Reihen theile ich nur die monatlichen und jährlichen Mittel aus den einzelnen Tagesstunden mit, jedoch von jedem Jahre für sich, damit man sehe, wie ein Jahr in dieser Hinsicht von dem andern abweicht. Die englischen Beobachter haben überdiefs die Mitteltemperaturen der einzelnen Tage mitgetheilt, welche indefs für die Meteorologie von geringerem Interesse sind. Die vollständige Sammlung aller einzelnen Beobachtungen hat, aufser Chiminello, nur Hr. Hofr. Brandes veröffentlicht, daher man auch nur an diesen die vorhin aufgezählten Methoden für einzelne Tage prüfen kann [1]). Der Raum gebot indefs mich dieser ausführlichen Publication hier zu enthalten. *P.*

Montreal, in Canada und zu Toulon angestellt seyn, und in Irland angestellt werden. Die Resultate der ersteren sind indefs noch nicht bekannt gemacht.

1) Mit Ausnahme der Methoden, welche die täglichen Extreme benutzen, also No. 1 und No. I — IV, da in beiden Beobachtungsreihen die Extreme nicht aufgezeichnet worden sind. Schouw (Pflanzengeogr. S. 59) hat zwar No. 1 mit den Chiminello'schen Beobachtungen verglichen, allein dabei, wie es scheint, die zufällig zu den Beobachtungsstunden eingetretenen höchsten und niedrigsten Temperaturen als wahre Extreme genommen. Kämtz (Lehrb. Bd. I S. 98) hat dieselbe Methode nur an den Extremen der monatlichen Mittel der Stunden, bei den Leither Beobachtungen, geprüft. Eine genauere Prüfung dieser Methode an wirklich beobachteten täglichen Extremen wäre immer noch nicht überflüssig, und könnte durch den Vergleich mit einer der Methoden No. 4 — 9 jetzt ohne Anstellung stündlicher Beobachtungen vollzogen werden.

Tafel I. Padua 1778 und 79. — Centesimalgrade.

Stunde.	Januar.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.
Mittern.	+3°,25	+4°,28	+ 6°,83	+11°,97	+17°,44	+19°,31	+23°,02	+20°,00	+16°,68	+13°,94	+ 6°,56	+2°,97	+12°,19
1	2 ,98	4 ,18	6 ,62	11 ,49	16 ,93	19 ,17	22 ,49	19 ,95	16 ,39	13 ,85	6 ,43	2 ,80	11 ,94
2	2 ,98	3 ,88	6 ,20	11 ,17	16 ,60	18 ,93	22 ,06	19 ,42	16 ,07	13 ,63	6 ,28	2 ,64	11 ,66
3	2 ,76	3 ,68	5 ,96	10 ,95	16 ,22	18 ,58	21 ,65	18 ,98	15 ,76	13 ,42	6 ,15	2 ,61	11 ,39
4	2 ,72	3 ,48	5 ,63	10 ,57	16 ,05	18 ,54	21 ,34	18 ,49	15 ,46	13 ,18	6 ,04	2 ,53	11 ,17
5	2 ,38	3 ,25	5 ,37	10 ,20	16 ,26	18 ,94	21 ,89	18 ,49	15 ,05	12 ,94	5 ,95	2 ,44	11 ,10
6	2 ,30	3 ,06	5 ,16	10 ,25	17 ,52	20 ,40	23 ,47	19 ,13	15 ,20	13 ,00	5 ,87	2 ,39	11 ,48
7	2 ,15	2 ,91	5 ,40	10 ,76	19 ,14	21 ,83	25 ,36	20 ,52	16 ,15	13 ,21	5 ,75	2 ,30	12 ,12
8	2 ,37	3 ,12	6 ,91	11 ,74	20 ,26	22 ,74	26 ,37	22 ,06	17 ,39	13 ,91	6 ,52	2 ,59	12 ,99
9	2 ,84	3 ,86	6 ,97	12 ,80	21 ,31	23 ,48	28 ,10	24 ,85	19 ,11	14 ,69	7 ,70	3 ,43	14 ,09
10	3 ,58	4 ,99	8 ,77	13 ,56	22 ,09	24 ,00	28 ,92	25 ,17	19 ,67	15 ,56	8 ,74	4 ,16	14 ,93
11	4 ,43	5 ,67	8 ,82	14 ,09	22 ,85	24 ,72	29 ,52	25 ,76	20 ,33	16 ,16	9 ,62	5 ,15	15 ,59
Mittag	4 ,94	6 ,44	9 ,38	14 ,62	23 ,39	25 ,08	30 ,01	26 ,50	21 ,06	16 ,68	10 ,25	5 ,71	16 ,17
1	5 ,44	6 ,70	9 ,66	15 ,13	23 ,57	25 ,19	30 ,47	26 ,97	21 ,56	17 ,10	10 ,75	6 ,21	16 ,56
2	5 ,60	6 ,91	9 ,91	15 ,43	23 ,65	25 ,21	30 ,73	27 ,45	21 ,93	17 ,43	10 ,92	6 ,41	16 ,79
3	5 ,52	6 ,95	10 ,10	15 ,70	23 ,65	25 ,17	30 ,48	27 ,55	21 ,97	17 ,47	10 ,50	5 ,94	16 ,75
4	5 ,19	6 ,56	9 ,87	15 ,65	23 ,31	24 ,68	29 ,59	26 ,83	21 ,35	17 ,34	9 ,64	5 ,27	16 ,27
5	4 ,80	6 ,11	9 ,47	15 ,50	22 ,57	23 ,93	29 ,11	25 ,90	20 ,38	16 ,23	8 ,64	4 ,76	15 ,61
6	4 ,45	5 ,88	9 ,01	14 ,92	21 ,47	23 ,18	27 ,82	24 ,46	19 ,42	15 ,60	7 ,92	4 ,25	14 ,86
7	4 ,11	5 ,67	8 ,64	14 ,43	20 ,29	22 ,08	26 ,64	23 ,19	18 ,60	15 ,09	7 ,58	4 ,03	14 ,19
8	3 ,80	5 ,42	8 ,27	13 ,62	20 ,14	21 ,45	24 ,80	22 ,17	18 ,50	14 ,86	7 ,32	3 ,79	13 ,68
9	3 ,65	5 ,07	7 ,86	13 ,17	18 ,58	20 ,21	24 ,14	21 ,53	18 ,09	14 ,59	7 ,12	3 ,52	13 ,12
10	3 ,49	4 ,78	7 ,43	12 ,69	18 ,17	19 ,78	23 ,97	21 ,09	17 ,65	14 ,27	6 ,83	3 ,26	12 ,78
11	3 ,35	4 ,50	7 ,13	12 ,28	17 ,78	19 ,61	23 ,39	20 ,57	17 ,33	14 ,07	6 ,66	3 ,10	12 ,48
Mittel	+3°,71	+4°,89	+ 7°,73	+13°,03	+19°,97	+21°,93	+26°,06	+22°,79	+18°,38	+14°,92	+ 7°,73	+3°,84	+13°,75

Tafel IV. Leith 1824 und 25. — Fahrenheit's Grade.

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.
1 Vormitt.	40,131	39,668	38,952	42,990	46,788	52,587	56,167	55,327	53,829	48,077	39,862	38,942	46,134
2 -	40,384	39,751	38,731	42,171	46,390	52,250	55,999	55,068	53,579	47,976	39,600	39,020	45,933
3 -	40,311	39,774	38,293	41,525	45,880	52,116	55,593	54,780	53,096	47,877	39,737	39,062	45,689
4 -	40,067	39,594	38,127	40,794	45,430	51,887	55,152	54,564	52,716	47,838	39,664	38,966	45,449
5 -	39,942	39,354	37,962	40,558	45,550	51,933	55,660	54,632	52,596	47,558	39,750	38,908	45,394
6 -	39,932	39,229	37,927	40,721	46,322	52,829	56,718	55,029	52,858	47,142	39,841	39,062	45,653
7 -	40,030	39,295	38,244	42,625	47,188	53,625	57,877	56,021	53,646	47,548	40,058	38,997	46,283
8 -	40,113	39,269	38,912	43,912	48,449	54,775	59,116	57,193	54,921	48,175	40,092	39,134	47,029
9 -	40,381	39,759	39,895	46,371	49,726	56,041	60,499	58,380	56,525	48,868	40,562	39,359	48,055
10 -	40,829	40,606	40,537	48,096	50,901	57,158	61,626	59,535	57,470	49,992	41,462	39,694	49,012
11 -	41,350	41,510	42,915	49,096	51,830	58,158	62,500	60,297	58,583	50,879	42,466	40,522	49,950
[illegible]	42,024	42,230	43,317	50,021	52,581	58,654	63,842	61,254	59,500	51,533	43,079	41,008	50,777
[illegible]	[illegible]	42,774	43,680	50,458	53,193	59,025	63,935	61,714	60,300	51,954	43,433	41,184	51,149
[illegible]	[illegible]	42,761	44,013	50,808	53,620	59,700	64,334	61,913	60,637	52,018	43,704	41,216	51,470
[illegible]	[illegible]	42,799	44,079	51,187	53,693	60,216	64,649	61,915	60,529	51,727	43,754	40,790	51,532
[illegible]	[illegible]	42,256	44,042	50,879	54,007	59,808	64,703	62,155	59,937	51,132	42,825	40,502	51,239
[illegible]	41,686	41,481	43,555	50,337	53,872	59,575	64,825	62,043	59,921	50,478	42,158	40,186	50,872
6 -	41,150	40,994	42,850	49,933	53,346	59,145	64,671	61,743	58,666	49,756	41,796	39,937	50,294
7 -	41,082	40,617	41,878	48,537	52,442	58,383	63,837	59,963	57,337	49,132	41,383	39,494	49,544
8 -	40,877	40,225	41,155	46,900	51,019	56,654	61,553	58,694	56,539	48,603	41,071	39,379	48,624
9 -	40,792	39,913	40,459	45,708	49,518	55,371	59,821	57,688	55,791	48,451	40,825	39,311	47,829
10 -	40,827	39,658	39,941	45,012	48,998	54,483	58,546	56,704	55,137	48,064	40,333	39,250	47,276
11 -	40,702	39,535	39,411	43,916	48,154	53,712	57,740	56,039	54,721	47,771	39,941	39,126	46,803
[illegible]	40,629	39,521	39,271	43,416	47,513	53,187	56,817	55,517	54,109	47,635	39,708	39,072	46,398
[illegible]	[illegible]	[illegible]	40,714	46,290	49,851	55,887	60,258	58,257	56,373	49,231	41,132	39,672	48,266

Tafel V. Salz-Uflen 1828. — Reaumur's Grade.

Stunde	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	Octobr.	Novbr.	Decbr.	Jahr.
8 -	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9 -	48,76	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10 -	49,50	47,90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11 -	50,46	49,70	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12 -	50,80	50,50	52,90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1 Nachmitt.	50,90	51,20	53,40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2 -	50,46	50,90	52,66	57,40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3 -	50,00	50,30	52,10	56,60	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4 -	49,80	59,30	51,20	54,70	62,40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5 -	49,36	57,60	50,36	53,40	61,60	62,10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6 -	49,10	47,50	49,10	51,50	59,60	60,90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7 -	49,20	46,80	47,76	49,40	57,70	59,56	63,86	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8 -	48,60	46,40	47,30	48,70	56,50	57,70	62,10	61,10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9 -	48,50	46,10	46,76	48,00	55,30	56,80	60,70	60,20	59,00	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10 -	48,70	45,90	46,50	46,40	54,00	56,10	60,10	59,60	58,50	52,80	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11 -	48,76	46,10	46,20	45,70	53,20	55,50	59,46	59,40	58,30	52,30	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12 -	48,70	46,00	46,00	45,20	52,60	54,80	58,90	58,80	58,20	52,20	45,40	44,70	[illegible]
Mittel.	**48,99**	**46,80**	**48,28**	**49,70**	**57,10**	**58,80**	**63,15**	**62,50**	**61,08**	**54,87**	**46,98**	**45,80**	**53,67**

Tafel VI. Plymouth 1833. — Fahrenheit's Grade.

Stunde.	Januar.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	Octobr.	Novbr.	Decbr.	Jahr.
1 Vormitt.	40,40	46,10	38,50	44,70	52,00	53,56	56,20	54,00	52,80	51,20	47,50	48,66	48,80
2 -	40,50	45,70	38,20	44,50	51,60	53,46	55,80	53,23	52,50	51,00	47,10	48,70	48,52
3 -	40,20	45,00	38,10	44,30	51,50	53,50	55,40	53,10	52,40	50,80	47,10	48,70	48,34
4 -	40,20	45,20	37,90	43,80	51,50	53,40	55,00	52,70	52,16	50,26	46,96	48,60	48,14
5 -	40,00	45,00	37,50	43,90	51,70	54,06	55,30	52,70	52,00	50,00	46,96	48,60	48,14
6 -	39,70	45,10	37,60	44,20	53,40	55,86	57,40	54,00	53,26	50,30	46,70	48,76	48,85
7 -	39,80	45,20	38,50	46,26	56,30	57,50	59,90	56,70	54,50	51,10	47,40	49,10	50,18
8 -	40,50	45,50	40,20	49,10	59,10	59,26	62,20	60,20	57,06	52,96	48,60	49,50	52,14
9 -	41,20	46,00	42,80	50,90	61,00	60,30	63,70	63,20	58,90	55,96	49,86	49,70	53,67
10 -	42,20	47,50	45,00	51,80	62,40	60,70	65,80	65,20	61,00	58,40	51,00	50,70	55,14
11 -	43,20	48,60	45,50	52,96	63,70	61,06	67,20	66,70	61,90	59,80	52,30	51,20	56,15
12 -	44,30	49,80	46,70	53,70	64,30	61,40	67,60	66,60	63,06	60,56	53,60	51,70	56,95
1 Nachmitt.	44,40	49,50	47,20	54,10	64,70	61,70	67,60	67,10	63,30	60,90	53,60	51,80	57,15
2 -	43,90	48,90	46,70	53,70	65,00	61,70	67,00	67,10	63,30	60,10	53,70	51,30	56,86
3 -	43,90	48,70	46,00	53,00	64,20	60,90	67,20	66,40	62,16	59,20	52,36	50,70	56,22
4 -	43,30	47,80	45,40	52,20	63,48	60,76	66,50	65,50	61,00	58,00	51,40	50,36	55,47
5 -	42,60	47,20	44,50	50,86	62,10	59,70	65,30	64,40	59,36	56,46	50,20	49,26	54,32
6 -	42,00	46,60	43,30	49,50	60,36	58,80	63,60	62,70	57,80	54,90	49,86	49,10	53,20
7 -	41,70	46,50	42,20	47,90	58,47	57,70	61,90	60,70	56,20	54,00	49,70	49,06	52,16
8 -	41,20	46,50	41,50	46,80	56,87	56,90	60,30	59,30	55,46	53,50	49,30	49,06	51,38
9 -	41,30	46,60	40,90	46,20	55,60	55,96	58,90	57,90	54,60	52,90	48,60	49,00	50,70
10 -	41,00	46,50	40,40	45,60	54,20	55,40	57,90	56,60	53,66	52,40	48,20	48,86	50,00
11 -	40,80	46,40	39,70	45,40	53,89	55,10	57,30	55,70	53,16	51,86	47,80	48,86	49,65
12 -	40,50	46,30	39,10	44,80	53,28	54,66	56,50	54,80	52,90	51,76	47,60	48,86	49,17
Mittel.	41,60	46,78	41,80	48,34	57,94	57,20	61,31	59,81	56,85	54,50	49,40	49,60	52,13

Tafel VII. Plymouth 1834. — Fahrenheit's Grade.

Stunde.		Januar.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	Octobr.	Novbr.	Decbr.	Jahr.
1	Vormitt.	48,66	45,60	46,00	44,70	51,80	54,50	58,80	58,60	57,90	51,86	44,86	44,50	50,64
2	-	48,36	44,90	45,56	44,30	51,20	54,10	58,46	58,10	57,50	51,56	44,80	44,30	50,26
3	-	48,20	44,40	45,40	43,80	50,80	53,66	58,26	57,70	57,20	51,30	44,90	44,20	49,98
4	-	48,16	44,40	45,00	43,70	50,60	53,70	58,30	57,40	57,00	51,60	44,90	44,40	49,93
5	-	47,90	44,10	44,90	43,50	50,60	53,90	58,86	57,20	57,20	51,30	44,80	44,40	49,88
6	-	47,50	43,90	44,96	44,30	51,70	55,80	59,90	58,50	57,40	52,30	44,76	44,40	50,45
7	-	47,70	43,90	45,60	46,50	55,10	58,50	62,86	60,40	58,60	53,00	45,00	44,30	51,78
8	-	47,90	44,30	47,30	49,70	57,80	60,30	64,60	63,10	60,20	54,40	45,30	44,60	53,29
9	-	48,76	45,80	49,10	52,30	59,70	61,76	65,96	65,40	62,70	56,50	46,80	45,20	54,99
10	-	49,50	47,90	50,70	54,40	61,10	62,10	66,30	66,70	64,70	58,50	48,40	46,40	56,39
11	-	50,46	49,70	52,00	55,70	62,60	63,10	67,10	66,80	66,00	59,76	49,60	47,60	57,53
12	-	50,80	50,50	52,90	56,90	63,70	63,40	67,90	57,50	67,10	60,10	50,60	49,30	58,39
1	Nachmitt.	50,90	51,20	53,40	57,70	64,40	63,80	68,46	67,90	67,50	60,10	51,30	49,60	58,85
2	-	50,46	50,90	52,66	57,40	64,10	63,56	68,10	67,90	66,90	59,90	50,70	48,80	58,44
3	-	50,00	50,30	52,10	56,60	63,30	63,40	68,00	67,70	66,00	58,70	50,00	48,30	57,86
4	-	49,80	59,30	51,20	54,70	62,40	62,46	67,36	66,70	64,40	57,30	48,60	47,20	56,78
5	-	49,36	57,60	50,36	53,40	61,60	62,10	66,16	65,60	62,90	56,00	47,40	46,20	55,72
6	-	49,10	47,50	49,10	51,50	59,60	60,90	65,26	64,40	61,50	54,96	46,80	45,70	54,69
7	-	49,20	46,80	47,76	49,40	57,70	59,56	63,86	62,80	60,30	53,90	46,80	45,40	53,64
8	-	48,60	46,40	47,30	48,70	56,50	57,70	62,10	61,10	59,10	53,56	46,40	45,20	52,72
9	-	48,50	46,10	46,76	48,00	55,30	56,80	60,70	60,20	59,00	53,20	46,20	45,10	52,21
10	-	48,70	45,90	46,50	46,40	54,00	56,10	60,10	59,60	58,50	52,80	45,90	45,20	51,64
11	-	48,76	46,10	46,20	45,70	53,20	55,50	59,46	59,40	58,30	52,30	45,46	44,90	51,27
12	-	48,70	46,00	46,00	45,20	52,60	54,80	58,90	58,80	58,20	52,20	45,40	44,70	50,95
Mittel.		48,99	46,80	48,28	49,70	57,10	58,80	63,15	62,50	61,08	54,87	46,98	45,80	53,67

Tafel VIII. Plymouth 1833 und 34. — Fahrenheit's Grade.

Stunde.	Januar.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	Octobr.	Novbr.	Decbr.	Jahr.
1 Vormitt.	44,53	45,85	42,25	44,70	51,90	54,03	57,50	56,30	55,35	51,53	46,18	46,58	49,72
2 -	44,43	45,30	41,88	44,40	51,40	53,78	57,13	55,66	55,00	51,28	45,95	46,50	49,39
3 -	44,20	44,70	41,75	44,05	51,15	53,58	56,83	55,40	54,85	51,05	46,00	46,45	49,16
4 -	44,18	44,80	41,45	43,75	51,05	53,55	56,65	55,05	54,58	50,93	45,93	46,50	49,03
5 -	43,95	44,50	41,20	43,70	51,15	53,98	57,08	54,95	54,60	50,65	45,88	46,50	49,00
6 -	43,60	44,50	41,28	44,25	52,55	55,83	58,65	56,25	55,33	51,30	45,73	46,58	49,65
7 -	43,75	44,55	42,05	46,38	55,70	58,00	61,38	58,55	56,55	52,05	46,20	46,70	50,98
8 -	44,20	44,90	43,75	49,40	58,45	59,78	63,40	61,60	58,63	53,68	46,90	47,05	52,63
9 -	44,98	46,20	45,90	51,60	60,35	61,03	64,83	64,30	60,80	56,23	48,33	47,45	54,33
10 -	45,85	47,70	47,85	53,10	61,75	61,40	66,05	65,95	62,85	58,45	49,70	48,55	55,76
11 -	46,83	49,15	48,75	54,33	63,00	62,08	67,15	66,75	63,95	59,78	50,95	49,40	56,84
12 -	47,55	50,15	49,80	55,30	64,05	62,40	67,75	67,05	65,08	60,33	52,10	50,50	57,67
1 Nachmitt.	47,65	50,35	50,30	55,90	64,55	62,75	68,03	67,50	65,40	60,50	52,45	50,70	58,00
2 -	47,18	49,90	49,68	55,55	64,55	62,63	67,90	67,50	65,10	60,00	52,20	50,05	57,68
3 -	46,95	49,50	49,05	54,80	63,75	62,15	67,60	67,05	64,08	58,95	51,18	49,50	57,04
4 -	46,55	48,55	48,30	53,45	62,94	61,61	66,93	66,10	62,70	57,65	50,00	48,78	56,12
5 -	45,98	47,40	47,43	52,13	61,85	60,90	65,73	65,00	61,13	56,23	48,80	47,73	55,02
6 -	45,55	47,05	46,20	50,50	59,95	59,85	64,43	63,50	59,65	54,93	48,33	47,40	53,94
7 -	45,45	46,65	44,98	48,65	58,08	58,63	62,88	61,75	58,25	53,95	48,20	47,23	52,90
8 -	44,90	46,45	44,40	47,75	56,65	57,30	61,20	60,20	57,28	53,53	47,85	47,13	52,05
9 -	44,90	46,35	43,83	47,10	55,45	56,38	59,80	59,05	56,80	53,05	47,40	47,05	51,45
10 -	44,85	46,20	43,45	46,00	54,10	55,75	59,00	58,10	56,08	52,60	47,05	47,03	50,85
11 -	44,78	46,25	42,95	45,55	53,54	55,30	58,38	57,55	55,73	52,08	46,63	46,88	50,54
12 -	44,60	46,15	42,55	45,00	52,95	54,73	57,70	56,80	55,55	51,98	46,50	46,75	50,11
Mittel	45,30	46,79	45,04	49,96	57,53	58,16	62,20	61,16	58,97	54,69	48,19	47,72	52,90

Tafel IX. Mittlere Temperatur des Jahres, abgeleitet

aus:	Leith. 1824.	Leith. 1825	Leith. 24 u. 25.	Salz-Uflen.	Plymouth. 1833.	Plymouth. 1834.	Plymouth. 33 u. 34.
sämmtlichen Beobachtungen	47,59	48,94	48,27	7,55	52,12	53,66	52,90
October-Mittel	47,24	51,23	49,23	7,52	54,50	54,70	54,60
Mittel vom Maximum und vom Minimum im ganzen Jahre					54,00	56,00	55,00
Mittel von 10 Sommersolstitialtagen (15 — 25. Juni) und von 10 Wintersolstitialtagen (15 — 25. December)	46,84	49,88	48,36		53,80	50,92	52,36
Mittel gleichnamiger Stunden:							
1 Uhr Vormitt. und 1 Uhr Nachmitt.	48,04	49,24	48,64	7,78	52,97	54,74	53,86
2 - - 2 - -	48,10	49,31	48,70	7,70	52,69	54,35	53,53
3 - - 3 - -	48,04	49,19	48,61	7,57	52,28	53,92	53,10
4 - - 4 - -	47,68	49,01	48,34	7,40	51,80	53,35	52,57
5 - - 5 - -	47,40	48,87	48,13	7,37	51,23	52,80	52,01
6 - - 6 - -	47,19	48,76	47,97	7,32	51,03	52,57	51,79
7 - - 7 - -	47,14	48,69	47,91	7,35	51,17	52,71	51,94
8 - - 8 - -	47,11	48,54	47,82	7,42	51,76	53,00	52,34
9 - - 9 - -	47,29	48,59	47,94	7,55	52,18	53,60	52,89
10 - - 10 - -	47,44	48,85	48,14	7,66	52,57	54,02	53,30
11 - - 11 - -	47,70	49,05	48,38	7,75	52,90	54,40	53,69
12 - - 12 - -	47,94	49,23	48,58	7,80	53,06	54,67	53,89

Tageszeit der mittleren Jahrestemperatur.

Leith	55° 56′ N. B.	3° 13′ L. Grw. W.	25 Fuſs Meereshöhe.	9^h 13′ Vormitt.	8^h 27′ Nachmitt.
Salz-Uflen	52 3 -	8 40 - O.			
Plymouth	50 21 -	4 6 - W.	60 -	8 9 -	7 0 -
Padua	45 24 -	11 52 - O.		8 41 -	7 52 -

Tafel X. Vergleich von M_3 (Mittel von 8^h Vormitt., 4 u. 12^h Nachmitt.) mit M_{24} (Mittel aus allen 24 Stunden).

	Januar.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.
					Padua 1778. — Centigrade.								
M_3	+ 3,60	+ 4,65	+ 7,87	+ 13,12	+ 20,34	+ 22,24	+ 26,33	+ 22,96	+ 18,47	+ 15,06	+ 7,57	+ 3,61	+ 13,82
M_{24}	+ 3,71	+ 4,89	+ 7,73	+ 13,03	+ 19,97	+ 21,93	+ 26,06	+ 22,79	+ 18,38	+ 14,92	+ 7,73	+ 3,84	+ 13,75
Differenz.	— 0,11	— 0,24	+ 0,14	+ 0,09	+ 0,37	+ 0,31	+ 0,27	+ 0,17	+ 0,09	+ 0,14	— 0,16	— 0,23	+ 0,07
					Leith 1824. — Centigrade.								
M_3	+ 5,23	+ 4,62	+ 4,19	+ 7,36	+ 10,02	+ 12,98	+ 15,15	+ 13,59	+ 12,57	+ 8,27	+ 5,28	+ 4,07	+ 8,62
M_{24}	+ 5,22	+ 4,70	+ 4,30	+ 7,64	+ 9,93	+ 12,92	+ 15,15	+ 13,55	+ 12,62	+ 8,46	+ 5,45	+ 4,13	+ 8,66
Differenz.	+ 0,01	— 0,08	— 0,11	— 0,28	+ 0,09	+ 0,06	0,00	+ 0,04	— 0,05	— 0,19	— 0,17	— 0,06	— 0,04
					Leith 1825. — Centigrade.								
M_3	+ 4,75	+ 4,66	+ 5,41	+ 8,28	+ 9,97	+ 13,60	+ 16,19	+ 15,62	+ 14,45	+ 10,61	+ 4,58	+ 4,34	+ 9,40
M_{24}	+ 4,75	+ 4,72	+ 5,38	+ 8,23	+ 9,91	+ 13,62	+ 16,25	+ 15,63	+ 14,46	+ 10,68	+ 4,69	+ 4,39	+ 9,41
Differenz.	0,00	— 0,06	+ 0,03	+ 0,05	+ 0,06	— 0,02	— 0,06	— 0,01	— 0,01	— 0,07	— 0,11	— 0,05	— 0,01
					Salz-Uflen 1828. — Centigrade.								
M_3	+ 0,49	+ 1,58	+ 4,93	+ 8,86	+ 13,40	+ 16,38	+ 18,64	+ 16,10	+ 14,05	+ 9,39	+ 5,54	+ 4,94	+ 9,53
M_{24}	+ 0,60	+ 1,63	+ 4,83	+ 8,65	+ 13,21	+ 16,27	+ 18,56	+ 15,86	+ 13,84	+ 9,40	+ 5,53	+ 4,98	+ 9,44
Differenz.	— 0,11	— 0,05	+ 0,10	+ 0,21	+ 0,19	+ 0,11	+ 0,08	+ 0,24	+ 0,21	— 0,01	+ 0,01	— 0,04	+ 0,09
					Plymouth 1833. — Centigrade.								
M_3	+ 5,24	+ 8,07	+ 5,32	+ 9,28	+ 14,79	+ 14,57	+ 16,52	+ 15,65	+ 13,88	+ 12,36	+ 9,56	+ 9,76	+ 11,25
M_{24}	+ 5,33	+ 8,21	+ 5,44	+ 9,08	+ 14,41	+ 14,00	+ 16,28	+ 15,45	+ 13,80	+ 12,50	+ 9,67	+ 9,72	+ 11,18
Differenz.	— 0,09	— 0,14	— 0,12	+ 0,20	+ 0,38	+ 0,57	+ 0,24	+ 0,20	+ 0,08	— 0,14	— 0,11	+ 0,04	+ 0,07
					Plymouth 1834. — Centigrade.								
M_3	+ 9,33	+ 8,07	+ 8,98	+ 9,93	+ 14,22	+ 15,10	+ 17,57	+ 17,15	+ 16,07	+ 12,57	+ 8,02	+ 7,50	+ 12,04
M_{24}	+ 9,44	+ 8,22	+ 9,04	+ 9,83	+ 13,94	+ 14,89	+ 17,30	+ 16,94	+ 16,15	+ 12,70	+ 8,32	+ 7,67	+ 12,04
Differenz.	— 0,11	— 0,15	— 0,06	+ 0,10	+ 0,28	+ 0,21	+ 0,27	+ 0,21	— 0,08	— 0,13	— 0,30	— 0,17	0,00

VIII. *Ueber den Gang der Temperatur zu Kasan während des Jahres* 1833, *nebst einem Zusatz, enthaltend: den mittleren Stand des Barometers und Thermometers in den Jahren* 1834 *und* 35, *und den des Psychrometers i. J.* 1835; *von Ernst Knorr.*

Prof. ordin. der Physik bei der Universität Kasan.

(Nach dem Russischen, aus den: Gelehrten Schriften d. Univers. Kasan.)

Seit dem Jahre 1828 sind von Seiten der Universität Kasan verschiedene Zöglinge derselben beauftragt gewesen meteorologische Beobachtungen anzustellen, welches auch anfänglich unter der Aufsicht des Hrn. Akademikers Kupffer, früheren Prof. der Physik und Chemie bei der hiesigen Universität, später unter der Leitung des Hrn. Prof. Lobatschewsky, jetzigen Rectors der Universität, und endlich, nach meinem Amtsantritt, in der letzten Hälfte des Jahres 1833, unter meiner Aufsicht regelmäfsig geschah. Diese Beobachtungen, welche noch fortgesetzt werden, sind früher in dem von der Universität unter dem Titel: Казанскій Вѣстникъ herausgegebenem Journale monatlich zur öffentlichen Kenntnifs gebracht worden; man hat jedoch auf die Correctheit des Abdrucks nicht immer die wünschenswerthe Sorgfalt verwendet, wie sich aus der Vergleichung desselben mit einigen handschriftlichen Tabellen ergiebt, deren Besitz ich der Güte des Hrn. Lobatschewsky verdanke. Für das Jahr 1833 unterblieb die monatliche Bekanntmachung der Beobachtungen ganz, indem für dieses Jahr das genannte Journal nicht erschienen ist.

Kasan, welches nach den Beobachtungen des Hrn. Prof. Simonoff (S. Ученыя записки, d. i. Gelehrte

Schriften der Universität Kasan. Kasan 1834. 1. Heft S. 50) unter 55° 57' 46" 2. nördl. Breite und 46° 46' 55" 5. östl. Länge von Paris liegt, ist bis jetzt der östlichste Ort Europa's, wo mit guten Instrumenten während 6 auf einander folgender Jahre ununterbrochen meteorologische Beobachtungen angestellt worden sind. Kasan ist demnach bis jetzt die erste meteorologische Station westlich vom Ural, und die Resultate der hier angestellten Beobachtungen dürften defshalb schon besondere Beachtung verdienen, wenn sie auch nicht an Interesse gewönnen durch das hier herrschende excessive Klima, welches keinem andern Orte des westlichen Europa's in dem Maafse zukommt, und welches nach Alex. v. Humboldt's Worten (Fragmente einer Geologie und Klimatologie Asiens. Berlin 1832. S. 158) die Bewohner zwingt

»*A sofferir tormenti caldi e geli.*«

Schwerlich dürfte auch wohl Jemand, der aus einem etwas milderen Himmelsstriche hierher versetzt wird, nicht gezwungen werden, dem Klima einigen Tribut zu zahlen. Die älteren Bewohner Kasans hingegen scheinen eben nicht viel von den Qualen der Hitze und Kälte zu leiden, obgleich die Sommerhitze zuweilen bis auf 34 Centigrade steigt, und während eines strengen Winters das Quecksilber zum Frieren kommt, was hier keinesweges zu den Seltenheiten gehört, obgleich es nicht während eines jeden Winters statt findet. Es ist jedoch nicht allein dieser bedeutende Abstand der höchsten Sommerwärme von der gröfsten Kälte des Winters, welcher das Klima von Kasan, so wie jedes excessive Klima überhaupt, charakterisirt, sondern auch der schnelle Uebergang von der Kälte zur Wärme, welcher sich zwischen den Monaten März und April zeigt, so wie die bedeutende Differenz zwischen dem Maximo und Minimo der Temperatur eines und desselben Tages, die zuweilen, wenn auch selten, noch über 20 Centigr. beträgt, obgleich, wie es mir scheint, die Veränderungen der Temperatur und

der Witterung überhaupt, in Kasan nicht so schnell erfolgen als in Rufslands nördlicher Hauptstadt. Die Schwankungen der Temperatur innerhalb eines Monats steigen in Kasan bis auf 36 Centigr., und 20 Centigr. ist die geringste monatliche Schwankung der Temperatur, welche während der Jahre 1832 und 1833 beobachtet worden ist. Nach einem flüchtigen Ueberblick der vor 1833 angestellten Beobachtungen scheint es mir, dafs auch zwischen den mittleren Temperaturen der einzelnen Monate für verschiedene Jahre sich Differenzen zeigen, die relativ genommen nicht so unbedeutend sind, dafs eine einjährige Reihe von Temperatur-Beobachtungen so geeignet erscheinen könnte, das Klima von Kasan kennen zu lehren, als diefs für einen anderen Ort der Fall seyn würde, der sich eines constanteren und weniger excessiven Klima's erfreute. Bei dem regen Interesse, welches sich jetzt allgemein für die Klimatologie und gesammte Meteorologie überhaupt zeigt, glaube ich jedoch, dafs es vielleicht nicht ganz unwillkommen seyn dürfte, vorläufig die Resultate bekannt gemacht zu haben, welche bis jetzt aus den, während des Jahres 1833 zu Kasan angestellten Temperatur-Beobachtungen gezogen wurden, so wie selbige aus den Original-Raporten folgen, welche Hrn. Lobatschewsky und mir täglich zugekommen sind; indem ich mir vorbehalte, auch die Beobachtungen früherer Jahre nach den oben erwähnten handschriftlichen Tabellen auf eine ähnliche Weise zu benutzen.

Aufser dem täglichen Maximo und Minimo sind während des Jahres 1833 auf dem meteorologischen Observatorio zu Kasan auch noch die Temperaturen von 9^h Morgens, 12^h Mittags, 3^h Nachmittags und 9^h Abends beobachtet worden; werden nun die Monate durchgängig nach dem Gregorian'schen, und nicht nach dem Julian'schen Kalender gerechnet, und die hunderttheilige Thermometerscala zu Grunde gelegt, so ergeben sich für die einzelnen Monate des Jahres, und jede der

oben angegebenen Tagesstunden folgende mittlere Thermometerstände in Centigraden:

Monat.	9h Morgens.	12h Mittags.	3h Nachmitt.	9h Abends.
Januar	— 17°,5	— 16°,0	— 15°,9	— 17°,7
Februar	— 12 ,0	— 8 ,5	— 8 ,7	— 11 ,2
März	— 8 ,4	— 5 ,2	— 4 ,2	— 8 ,2
April	+ 4 ,2	+ 7 ,7	+ 7 ,9	+ 3 ,1
Mai	+ 7 ,0	+ 10 ,4	+ 11 ,4	+ 6 ,4
Juni	+ 17 ,5	+ 21 ,9	+ 22 ,2	+ 16 ,7
Juli	+ 21 ,1	+ 25 ,5	+ 52 ,9	+ 19 ,7
August	+ 15 ,9	+ 18 ,6	+ 18 ,6	+ 15 ,1
September	+ 10 ,0	+ 15 ,4	+ 16 ,4	+ 9 ,5
October	+ 1 ,5	+ 4 ,6	+ 4 ,7	+ 1 ,2
November	— 0 ,1	+ 1 ,1	+ 1 ,1	+ 0 ,6
December	— 12 ,7	— 11 ,9	— 11 ,5	— 12 ,4
Mittel	+ 2°,2	+ 5°,3	+ 5°,7	+ 1°,9

Die vorstehende Tabelle zeigt, dafs für die Monate April, Mai, Juni, Juli, August, September und October, welche für Kasan als die Frühlings-, Sommer- und Herbst-Monate anzusehen sind, die mittlere Temperatur von 9h Abends durchgängig etwas geringer, als die von 9 Morgens war; die gröfsten Differenzen zwischen diesen beiden Temperaturen zeigen die Monate April und Juli, wo dieselben respective 1°,1 und 1°,4 betragen. — Ebenso wie die Temperaturen von 9h Morgens und 9h Abends, sind auch die von 12h Mittags und 3h Nachmittags nur wenig von einander verschieden, und die letztere ist meistens etwas gröfser als die erstere; die Differenz zwischen den beiden letzten Temperaturen ist für die Monate März, Mai und September am gröfsten, indem sie für jeden dieser drei Monate 1° beträgt. Nach dem allgemeinen Mittel zeigt sich die Temperatur von 9h Abends kleiner als die von 9h Morgens und die von 3h Nachmittags, fast um eben so viel gröfser als die von 12h Mittags. Der Monat Mai des Jahres 1833 war un-

gewöhnlich kühl, wogegen sich der Monat November ungewöhnlich warm zeigte.

Nimmt man aus den beobachteten täglichen Maximis und Minimis die Mittel für jeden einzelnen Monat, so erhält man nachstehendes Tableau.

Centigrade.

Monat.	Mittleres Maximum.	Mittleres Minimum.	Differenz.
Januar	— 14°,0	— 20°,9	6°,9
Februar	— 6 ,5	— 15 ,7	9 ,2
März	— 3 ,0	— 13 ,9	10 ,9
April	+ 9 ,1	+ 0 ,2	8 ,9
Mai	+ 13 ,2	+ 1 ,6	11 ,6
Juni	+ 24 ,4	+ 12 ,4	12 ,0
Juli	+ 27 ,6	+ 14 ,5	13 ,1
August	+ 20 ,9	+ 8 ,1	12 ,8
September	+ 17 ,5	+ 2 ,4	15 ,1
October	+ 5 ,7	— 1 ,6	7 ,3
November	+ 2 ,7	— 1 ,5	4 ,2
December	— 9 ,1	— 16 ,4	7 ,3

Das mittlere Maximum des Jahres ist + 7°,5
das mittlere Minimum des Jahres — 2 ,6
die Differenz zwischen beiden + 10 ,1

Aus den beiden mitgetheilten Tabellen zeigt sich, dafs der Monat März des Jahres 1833 bedeutend kälter als der Monat November war, was jedoch nicht lediglich der ungewöhnlich hohen Temperatur des letzteren Monats in diesem Jahre zugeschrieben werden kann, denn auch die Beobachtungen sämmtlicher frühern Jahre, von 1828 bis 1832 eingeschlossen, geben für den Monat März eine geringere mittlere Temperatur als für den Monat November, jedoch sind die Unterschiede minder bedeutend als für das Jahr 1833. Ueberhaupt ist der Monat März für Kasan noch als ein wahrer Wintermonat zu betrachten, ebenso wie im Allgemeinen der Monat November; der Winter dauert daher in Kasan fünf Monate, vom November bis zum April, das Frühjahr zwei Mo-

nate, vom April bis zum Juni; der Sommer drei Monate, vom Juni bis zum September, und der Herbst zwei Monate, vom September bis zum November, wobei die Monate nach neuem Styl zu zählen sind.

Aus der zuletzt mitgetheilten Tabelle folgt, dafs vom Monat Mai bis zum Monat October die mittleren täglichen Schwankungen der Temperatur durchgängig gröfser waren, als für die kälteren Monate des Jahres; für den Monat September hat diese Schwankung ihren gröfsten Werth, indem selbige für diesen Monat 15°,1 beträgt. Ueberhaupt zeichnete sich dieser Monat durch öfter wiederkehrende bedeutende tägliche Temperaturwechsel vor allen übrigen Monaten des Jahres aus, und nur ein einziges Mal im Monat Mai zeigte sich eine tägliche Schwankung der Temperatur, welche etwas gröfser war, als die Schwankungen im Monat September. Um den Gang der Temperatur, rücksichtlich der statt findenden täglichen Veränderungen, noch etwas näher zu bezeichnen, als diefs schon durch die zweite Tabelle geschieht, fügen wir hier noch eine Uebersicht der in den einzelnen Monaten des Jahres 1833 beobachteten gröfsten täglichen Schwankungen, nebst der Angabe des Tages ihres Eintritts hinzu.

	Gröfste tägliche Schwankung.	Tag des Eintritts.
Januar	12°,9 C.	12
Februar	20 ,4	19
März	19 ,2	22
April	15 ,1	24
Mai	21 ,5	2
Juni	17 ,9	26
Juli	18 ,2	25
August	18 ,4	25
September	21 ,1	2. 4. 6. 10.
October	14 ,5	20
November	12 ,0	29
December	19 ,4	24

Für den 10. September, an welchem der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der Temperatur 21°,1 betrug, ist die Eintrittszeit des Minimums der Temperatur beiläufig auf 5^h Morgens, die des Maximums dagegen auf 1^h 30′ Nachmittags festzusetzen; für diesen Tag betrug demnach die mittlere stündliche Veränderung der Temperatur für die Zeit

zwischen	dem Minimo und Maximo	+ 2°,48
-	dem Minimo und 9^h Morgens	+ 2 ,62
-	9^h Morgens und 12^h Nachmittags	+ 1 ,80
-	12^h Mittags und dem Maximo	+ 3 ,50
-	dem Maximo und 3^h Nachmittags	— 3 ,50
-	3^h Nachmittags und 9^h Abends	— 0 ,83
-	9^h Abends und dem nächsten Minimo	— 1 ,42

Im Mittel dürften für den Monat September 5^h Morgens und 2^h Nachmittags, als die Stunden des Eintritts für das tägliche Maximum und Minimum der Temperatur anzunehmen seyn; demnach würde die mittlere stündliche Veränderung der Temperatur betragen:

zwischen	dem Minimo und 9^h Morgens	+ 1°,9
-	9^h Morgens und 12^h Mittags	+ 1 ,8
-	12^h Mittags und dem Maximo	+ 1 ,05
-	dem Maximo und 3^h Nachmittags	— 1 ,1
-	3^h Nachmittags und 9^h Abends	— 1 ,15
	und endlich	
-	9^h Abends und dem Minimo	— 0 ,9

Im Monat Mai, August und September zeigte sich die gröfste tägliche Schwankung an einem Tage, wo zugleich die höchste Temperatur beobachtet wurde, welche im Laufe des Monats eintrat. In den Monaten März und Juni zeigte sich die gröfste tägliche Schwankung an dem Tage, wo die niedrigste Temperatur beobachtet wurde; für alle übrigen Monate sind die Tage des Eintritts der gröfsten täglichen Schwankung von denen des Eintritts der gröfsten und kleinsten im Laufe des Monats beob-

achteten Temperatur verschieden, wie sich zeigt, wenn man die folgende Tabelle mit der vorhergehenden vergleicht.

Monat.	Höchste beobachtete Temperatur.	Tag des Eintritts.	Niedrigste beobachtete Temperatur.	Tag des Eintritts.	Monatl. Schwankung.
Januar	— 1°,0	8	— 30°,0	2	29°,0
Februar	+ 2 ,3	13	— 29 ,9	1	32 ,2
März	+ 4 ,4	26	— 24 ,0	22	28 ,4
April	+ 22 ,0	27	— 12 ,0	1	34 ,0
Mai	+ 22 ,7	2	— 1 ,5	9	24 ,2
Juni	+ 31 ,1	20	+ 3 ,4	26	27 ,7
Juli	+ 34 ,4	13	+ 8 ,7	31	25 ,7
August	+ 26 ,2	4 12 25	+ 5 ,7	28	20 ,5
September	+ 30 ,0	6	— 6 ,2	27	36 ,2
October	+ 12 ,0	3	— 9 ,5	9	21 ,5
November	+ 8 ,0	5	— 16 ,5	30	24 ,5
December	+ 1 ,4	22 23	— 30 ,4	31	31 ,8

Am 2., 12. und 21. März war das Minimum zwischen 20 und 21°.

Der Monat September ist, der vorstehenden Tabelle zufolge, derjenige Monat, in welchem die gröfste monatliche Schwankung der Temperatur statt fand, und die Monate April und Februar kommen hierin dem Monat September am nächsten. Die höchste während des ganzen Jahres beobachtete Temperatur war + 34°,4, die niedrigste — 30°,4, die jährliche Schwankung der Temperatur betrug demnach 64°,8 C. Die strengste Kälte fand am 2. und 3. Januar statt; an diesen beiden Tagen erhob sich das Maximum der Temperatur nicht bis über — 21°,7, der Unterschied zwischen dem Maximo und Minimo betrug an diesen Tagen 8°,3. Anhaltender, jedoch minder intensiv, war die Kälte in der letzten Hälfte des Monats Januar, indem vom 18. bis zum 31. Januar das Maximum zwischen — 7°,5 und — 20°,2, und das Minimum zwischen — 18°,1 und — 28°,1 schwankte.

Im Monat Februar erhob sich das Maximum nur zwei Mal, am 2. und 13. bis über den Gefrierpunkt, und mit Ausnahme dieser Tage und des 1. Februars, an welchem das Minimum der Temperatur —20°,5 betrug, wich die höchste Temperatur des Tages nie über 6° von dem mittleren Maximo des Monats ab. Vom 1. bis zum 15. März erhob sich das Maximum nur ein Mal, am 5. März, über den Gefrierpunkt; an den übrigen Tagen war die höchste Temperatur stets unter dem mittleren Maximo des Monats; ebenso blieb während der ersten Hälfte dieses Monats, mit Ausnahme des 1., 4. und 5., das Minimum fortwährend unter dem mittleren Minimo des Monats. Nur am 25., 26. und 27. März thaute der Schnee an seiner Oberfläche während der mittleren Stunden des Tages.

Vom 3. April an sank das tägliche Maximum nicht wieder unter den Nullpunkt der hunderttheiligen Scala hinab; anhaltendes Thauwetter ohne Nachtfrost trat aber erst am 19. April ein und währte bis zum 4. Mai, worauf sich wieder Nachtfröste zu zeigen begannen. Der letzte gelinde Nachtfrost war in der Nacht vom 23. zum 24. Mai.

Die Temperatur der Erde, in der Tiefe von 1 Meter unter der Oberfläche, war am 1. Januar 1833 + 0°,6 C., am 28. Januar 0°,0; am 25. März erreichte dieselbe ihr Minimum — 0°,6, und stieg erst am 20. Mai wieder bis auf 0°,0. Am 29. Mai stieg dieselbe auf + 0°,3, worauf sie rasch zunahm. Am 26. Juli erreichte diese Temperatur bei + 13°,9 ihr Maximum; auf dieser Höhe erhielt sie sich bis zum 29. desselben Monats, von welchem Tage an sie langsam wieder abnahm, so dafs selbige am 31. December 1833 bis auf + 1°,4 hinabgesunken war.

Der Sommer des Jahres 1833 war anhaltend heifs und trocken, im Monat Juli stieg das Maximum öfter bis auf 30° C., jedoch sank während der Nächte die Temperatur noch öfter unter 10° hinab.

Die im Monat Juli beobachtete höchste Temperatur

34°,4 ist die höchste, welche seit 1828 in Kasan statt fand. Auch der Monat August war noch sehr anhaltend und gleichmäfsig warm, die täglichen Maxima und Minima entfernten sich nur wenig von dem mittlern Maximo und Minimo des Monats. Der Monat September zeichnete sich, wie schon oben erwähnt wurde, durch bedeutende tägliche Temperaturwechsel aus; der erste Nachtfrost trat in der Nacht vom 16. zum 17. September ein, und von dieser Zeit bis gegen Ende des Monats fror es fast in jeder Nacht, zuweilen sogar schon ziemlich stark. Vom 30. September bis 6. October war die Witterung heiter und warm, vom 6. October bis zu Ende des Monats zeigten sich aber fortwährend Nachtfröste, und Regen und Schneegestöber wechselten mit einander ab.

Die Witterung des Monats November war für Kasan ungewöhnlich gelinde und angenehm, vom 1. bis 28. November sank das tägliche Minimum der Temperatur nur ein Mal bis unter — 2° hinab, öfter blieb es sogar noch einige Grade über Null. Auch der Monat December war keineswegs kalt zu nennen; desto strenger wurde dagegen der Winter im darauf folgenden Monat Januar 1834, wo das Quecksilber während der Nacht einige Male fror.

Was die mittlere Temperatur der einzelnen Monate betrifft, so scheinen für Kasan die Mittel aus den Beobachtungen von 9h Morgens und 9h Abends dem wahren Mittel näher zu kommen, als die Mittel aus den Maximis und Minimis. Nimmt man daher erstere als näherungsweise Bestimmungen, so erhält man für die mittleren Temperaturen der Monate während des Jahres 1833 folgende Werthe:

Januar	— 17°,60	Juli	+ 20°,40
Februar	— 11 ,60	August	+ 15 ,50
März	— 8 ,30	September	+ 9 ,75
April	+ 3 ,65	October	+ 1 ,35
Mai	+ 6 ,70	November	+ 0 ,25
Juni	+ 17 ,10	December	— 12 ,55

Die

Die mittlere Temperatur des Jahrès ergiebt sich aus den Beobachtungen von 9h Morgens und 9h Abends zu 2°,05, aus den Maximis und Minimis zu 2°,45. Nach einer schärferen Berechnungsweise finde ich, mit Zuziehung aller während des Jahres 1833 angestellten Beobachtungen, 2°,08 für die mittlere Temperatur des Jahres. Dieses Resultat ist jedoch wegen des ungewöhnlich warmen Sommers des Jahres 1833 im Allgemeinen etwas zu groß, und es dürfte nach allen, von 1828 bis 1833 eingeschlossen, zu Kasan angestellten Beobachtungen die mittlere Temperatur des Jahres für diesen Ort zu 1°,89 anzunehmen seyn [1]).

Die Zunahme der Temperatur, welche zwei auf einander folgende Monate zeigten, war für die Monate März und April am bedeutendsten, wo selbige, nach der zuletzt mitgetheilten Uebersicht der mittleren Temperaturen der einzelnen Monate, 11°,95 betrug. Nach den sechsjährigen Beobachtungen, von 1828 bis 1833 eingeschlossen, ist die mittlere Temperatur des Monats April, im Mittel 10°,8, gröfser als die des Monats März, und um 8°,2 kleiner als die mittlere Temperatur des darauf folgenden Monats Mai, es ist daher als ungewöhnlich zu betrachten, dafs sich im Jahre 1833 zwischen der mittleren Temperatur der Monate April und Mai nur eine Differenz von 3°,0 zeigte, so wie, dafs zwischen Mai und Juni eine Zunahme von 10°,4 in der mittleren Temperatur statt fand, da letztere im Mittel 5°,5 nicht übersteigt. Die Abnahme der Temperatur war am bedeutendsten zwischen den Monaten September und October, mit 8°,4, und zwischen November und December, wo selbige 12°,8 betrug. Solche Unterschiede zwischen den mittleren Temperaturen der letztgenannten vier Monate sind für Kasan keineswegs ungewöhnlich zu nennen, obgleich selbige nach den sechsjährigen Mitteln respective nur 7°,5 und 9°,5 betragen.

1) Von hier ab ist der Aufsatz noch nicht im Russischen erschienen. *P.*

Da das excessive Klima von Kasan bedingt wird durch die Lage dieses Orts im Innern einer von Süden nach Norden weit ausgedehnten continentalen Landmasse, so ist es nicht unwichtig den Gang der Temperatur zu Kasan mit dem zu vergleichen, welcher an anderen westlicher gelegenen Orten zu gleicher Zeit statt fand, und es dürfte daher willkommen seyn, wenn wir hier eine solche Vergleichung, so weit es uns für jetzt möglich ist, wenigstens für einen westlicher gelegenen Ort versuchen, und hierzu die Beobachtungen benutzen, welche zu Moskau während des Jahres 1833 angestellt wurden, da diese letztere Stadt noch aufserdem mit Kasan fast unter demselben Parallelkreis liegt. Wir müssen jedoch bedauren, dafs diese Vergleichung nicht so vollständig geschehen kann, als wir es wünschen, indem das uns zu Gebote stehende Exemplar der Moskauer Zeitung, in welcher jene Beobachtungen publicirt wurden, nicht ganz vollständig ist, und es uns nicht möglich war die vorhandenen Lücken zu ergänzen. Es bleibt uns daher nichts anderes übrig, als dafs wir bei dieser Vergleichung alle diejenigen zu Kasan gemachten Beobachtungen nicht berücksichtigen, die an Tagen angestellt wurden, für welche uns die Moskauer Beobachtungen fehlen. Es finden sich aber in dem uns zu Gebote stehenden Jahrgange der Moskauer Zeitung folgende zu berücksichtigende Lücken:

im Monat Mai die Beobachtungen von 7 Tagen, vom 12. bis mit 18.;
im Monat Juli die Beobachtungen von 10 Tagen, vom 1. bis 6. und vom 28. bis 31.;
im Monat August 3 Tage, vom 1. bis 3.;
im Monat September 4 Tage, vom 11. bis 14; und
im Monat October 10 Tage, vom 2. bis 8. und 13. bis 15.

Zu Moskau wurde nur um 12^h Mittags gleichzeitig mit Kasan beobachtet, aufserdem zeichnete man die Temperatur um 8^h Morgens und 8^h Abends auf. Nimmt man nun für Moskau die Mittel aus letzteren Temperaturen

als näherungsweise Bestimmungen der mittleren Temperatur, für Kasan aber die Mittel aus den Temperaturen von 9h Morgens und 9h Abends, so ergeben sich für die einzelnen Monate des Jahres 1833 folgende Resultate:

Monat.	Moskau.	Kasan.	Unterschied.
Januar	— 13°,7	— 17°,6	+ 3°,9
Februar	— 6 ,8	— 17 ,6	+ 4 ,8
März	— 7 ,5	— 8 ,3	+ 0 ,8
April	+ 3 ,1	+ 3 ,6	— 0 ,5
Mai *	+ 9 ,3	+ 6 ,4	+ 2 ,9
Juni	+ 17 ,4	+ 17 ,1	+ 0 ,3
Juli *	+ 19 ,6	+ 21 ,7	— 2 ,1
August *	+ 13 ,7	+ 15 ,2	— 1 ,5
Septembr. *	+ 10 ,6	+ 10 ,7	— 0 ,1
October *	+ 1 ,6	+ 1 ,1	+ 0 ,5
November	+ 0 ,2	+ 0 ,2	0 ,0
December	— 7 ,8	— 12 ,5	+ 4 ,7

Vergleicht man die für Kasan angegebenen Temperaturen der mit * bezeichneten Monate mit den weiter oben angegebenen, so zeigt sich, dafs die Nichtberücksichtigung der an den früher angegebenen Tagen gemachten Beobachtungen keine bedeutenden Differenzen in den mittleren Temperaturen bewirkt haben, es ist daher wahrscheinlich, dafs für Moskau dasselbe statt finden werde, und dafs man demnach die aus der vorstehenden Tabelle zu ziehenden Resultate auf die mittleren Temperaturen der Monate überhaupt ausdehnen kann.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, wie schon hinreichend bekannt ist, dafs das Klima von Moskau weniger excessiv als das von Kasan ist, indem die Wintermonate für Moskau eine höhere Temperatur haben als für Kasan, die Sommermonate aber für Moskau kühler sind, jedoch ist auch für diesen Ort der Monat März noch ein Wintermonat, und war sogar noch etwas kälter als der Monat Februar. Der Herbst war an beiden

Orten fast gleich warm. Die Differenz zwischen den mittleren Temperaturen der Monate März und April ist für Moskau eben nicht bedeutend geringer als für Kasan, indem selbige noch 10°,6 beträgt, jedoch zeigte sich die Wärmezunahme zwischen den Monaten April, Mai und Juni zu Moskau gleichmäfsiger als an letzterem Orte; zwischen den mittleren Temperaturen der Monate November und December war jedoch der Abstand für Moskau weit weniger bedeutend als für Kasan, und wird von der Abnahme der Wärme vom September zum October übertroffen. Etwas verschieden gestalten sich die Resultate, wenn man die Mittel aus denen um 12h Mittags zu Moskau und Kasan gemachten Beobachtungen einander gegenüberstellt; man erhält alsdann folgendes Tableau:

Monat.	Temperatur um 12h Mittags.		
	Moskau.	Kasan.	Unterschied.
Januar	— 10°,6	— 16°,0	+ 5°,4
Februar	— 2 ,4	— 8 ,5	+ 6 ,1
März	— 0 ,2	— 5 ,2	+ 5 ,0
April	+ 10 ,4	+ 7 ,7	+ 2 ,7
Mai *	+ 15 ,0	+ 9 ,7	+ 5 ,3
Juni	+ 24 ,4	+ 21 ,9	+ 2 ,5
Juli *	+ 25 ,9	+ 27 ,0	— 1 ,1
August *	+ 19 ,9	+ 18 ,5	+ 1 ,4
Septembr. *	+ 17 ,7	+ 14 ,1	+ 3 ,6
October *	+ 7 ,2	+ 4 ,2	+ 3 ,0
November	+ 1 ,0	+ 1 ,1	— 0 ,1
December	— 6 ,1	— 11 ,9	+ 5 ,8

Hieraus geht hervor, dafs, mit Ausnahme des Monats Juli und November, die Temperatur um Mittag zu Moskau im Mittel durchgängig höher als in Kasan war; auch zeigt sich die zunehmende Intensität der Sonnenwärme im Monat März zu Moskau weit wirksamer als zu Kasan, indem der Unterschied zwischen der mittleren Tem-

peratur des Monats und dem Mittel aus den Beobachtungen von 12^h Mittags, in Bezug auf den Monat März, für Moskau 7°,3 beträgt, während selbiges für Kasan nur 3°,1 ist. Was die Temperatur während des Monats Juli betrifft, so war dieselbe zu Kasan weit gleichmäfsiger als zu Moskau, und es ist diesem Umstande zuzuschreiben, dafs die mittlere Mittagswärme dieses Monats für Kasan gröfser als für Moskau erscheint, obgleich an letzterem Orte die Temperatur an einigen Tagen bis zu einer Höhe stieg, welche sie zu Kasan seit 1828 nicht erreicht hat, und die auch in den Jahren 1814, 1815, 1816 und 1817, von welchen Jahren die Resultate der zu Kasan angestellten Beobachtungen in Erdmann's Beiträgen zur Kenntnifs des Innern von Rufsland, Bd. I S. 177 folg. mitgetheilt sind, nicht beobachtet wurde. Am 7. Juli 1833 war die Mittagshitze zu Moskau 35°,9 C., am 9. Juli aber 36°,2 C., welche Temperaturen noch nicht als Maxima angesehen werden können. Diese heifsesten Tage gingen dem heifsesten Tage zu Kasan voraus; wie schon oben bemerkt wurde, war diefs der 13. Juli, an welchem Tage das Maximum der Temperatur 34°,4 C. betrug.

Die geringste Mittagswärme, welche zwischen dem 7. und 27. Juli zu Moskau beobachtet wurde, war 15°,0, und fand am 20. Juli statt; zu Kasan zeigte sich innerhalb derselben Zeit die geringste Mittagswärme am 21. Juli, wo selbige 18°,7 betrug. Um endlich noch den Gang der Temperatur zu Moskau und Kasan für andere Tagesstunden als 12^h Mittags mit einander zu vergleichen, bleibt kein anderes Mittel übrig, als sich der Interpolation zu bedienen, da zu keiner anderen Stunde an beiden Orten gleichzeitig beobachtet wurde. Bekanntlich kann man hierzu mehrere verschiedene Methoden anwenden; in dem gegenwärtigen Falle scheint es uns am sichersten, anzunehmen, dafs innerhalb zweier Beobachtungszeiten, welche nicht die Eintrittszeit des Maximums oder Minimums der Temperatur einschliefsen, die Ver-

änderung der letzteren der Zeit proportional sei; diese Voraussetzung ist die einfachste, welche man machen kann, und dürfte sich wohl nicht sehr von der Wahrheit entfernen. Soll diese Annahme im vorliegenden Fall in Anwendung gebracht werden, so müssen die Morgenbeobachtungen von Moskau auf 9h Morgens, die Abendbeobachtungen von Kasan aber auf 8h Abends reducirt werden, indem nur für letzteren Ort noch eine Zwischenbeobachtung zwischen dem Maximo und der Abendbeobachtung vorhanden ist. Auf diese Weise ergiebt sich folgendes Tableau:

Monat.	Temperatur um 9h Morgens.			Temperatur um 8h Abends.		
	Moskau.	Kasan.	Unterschied.	Moskau.	Kasan.	Unterschied.
Januar	—13°,0	—17°,5	+4°,5	—13°,7	—17°,4	+3°,7
Februar	— 6 ,0	—12 ,0	+6 ,0	— 6 ,4	—10 ,8	+4 ,4
März	— 5 ,4	— 8 ,4	+3 ,0	— 7 ,9	— 7 ,5	—0 ,4
April	+ 5 ,3	+ 4 ,2	+1 ,1	+ 2 ,7	+ 3 ,9	—1 ,2
Mai *	+11 ,3	+ 6 ,2	+5 ,0	+ 8 ,4	+ 7 ,2	+1 ,2
Juni	+20 ,0	+17 ,5	+2 ,5	+16 ,4	+17 ,6	—1 ,2
Juli *	+22 ,2	+21 ,4	+0 ,8	+18 ,2	+21 ,9	—3 ,7
August *	+16 ,2	+15 ,1	+1 ,1	+12 ,4	+15 ,5	—3 ,1
Septbr. *	+13 ,2	+ 9 ,4	+3 ,8	+ 9 ,5	+ 9 ,9	—0 ,4
October *	+ 3 ,1	+ 1 ,0	+2 ,1	+ 1 ,6	+ 1 ,7	—0 ,1
November	+ 0 ,5	— 0 ,1	+0 ,6	— 0 ,1	+ 0 ,7	—0 ,8
December	— 7 ,5	—12 ,7	+5 ,2	— 7 ,6	—12 ,2	+4 ,6

Es folgt aus der vorhergehenden Zusammenstellung, dafs zu Moskau die Temperatur im Mittel durchgängig höher als zu Kasan war, während am Abend diefs nur für die Monate Januar, Februar, Mai und December statt fand; dieser Umstand, dafs die Morgen zu Moskau im Mittel durchgängig wärmer, die Abende aber in der wärmern Jahreszeit kühler, in der kältern wärmer als zu Kasan sind, verleihet dem Klima jener Stadt eine gröfsere Annehmlichkeit, obgleich es immer noch als excessiv zu betrachten ist.

Eine flüchtige Vergleichung des vorletzten und letzten Tableaus reicht schon hin um zu erkennen, dafs die mittlere Zunahme der Temperatur von 9^h Morgens bis 12^h Mittags, und die mittlere Abnahme derselben von 12^h Mittags bis 8^h Abends zu Moskau und Kasan sehr verschieden sind, und da diese Zu- und Abnahmen ein Klima wesentlich von einem anderen unterscheiden können, so wollen wir hier beide für die in Rede stehenden Orte einander gegenüberstellen.

Monat.	Zunahme der Temperatur von 9^h — 12^h.		Zunahme der Temperatur von 12^h — 8^h.	
	Moskau.	Kasan.	Moskau.	Kasan.
Januar	2°,4	1°,5	3°,1	1°,4
Februar	3 ,6	3 ,5	4 ,0	2 ,3
März	5 ,2	3 ,2	7 ,7	2 ,3
April	5 ,1	3 ,3	7 ,7	3 ,8
Mai *	3 ,5	3 ,2	6 ,6	2 ,5
Juni	4 ,4	4 ,4	8 ,0	4 ,3
Juli *	3 ,7	5 ,6	7 ,7	5 ,1
August *	3 ,7	3 ,4	7 ,5	3 ,0
Septembr.*	4 ,5	4 ,7	8 ,2	4 ,2
October *	4 ,1	3 ,2	5 ,6	3 ,5
November	0 ,5	1 ,2	1 ,1	0 ,4
December	1 ,4	0 ,8	1 ,5	0 ,3

Die beiden ersten Spalten der vorstehenden Tabelle zeigen eben keine besonders bemerkenswerthen Verhältnisse, desto mehr Beachtung verdienen die Resultate der beiden letzten Spalten, indem aus ihnen die an sich sehr merkwürdige Folge hervorgeht, »dafs zu Moskau die Abkühlung während der Nachmittagsstunden im Mittel durchgängig bedeutend gröfser war als zu Kasan.«

Wir wagen nicht hier eine Erklärung dieses eigenthümlichen Phänomens zu versuchen, da wir bis jetzt nur leere Vermuthungen über die Ursache desselben zu geben im Stande wären.

Am 9. Juli, dem heifsesten Tage zu Moskau, betrug

daselbst die Abkühlung der Atmosphäre von 12^h Mittags bis 8^h Abends 14°,4 C., während sie an demselben Tage zu Kasan zwischen dem Maximo und 9^h Abends nur 9°,2 war. Am 13. Juli, dem heifsesten Tage zu Kasan, betrug hier der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum 13°,2, und die Abkühlung zwischen dem Minimum und 9^h Abends war an demselben Tage nur 4°,9. Die mittlere Temperatur des Jahres 1833 ergiebt sich für Moskau, aus den an den gleichnamigen Stunden des Morgens und Abends angestellten Beobachtungen, zu 3°,3 C., welches Resultat nur um 0°,04 gröfser ist als diejenige mittlere Temperatur, welche aus den fünfjährigen Beobachtungen von Engel und Stritter, während der Jahre 1783, 85, 89, 91 und 92 angestellt, gefolgert worden ist, jedoch ist dasselbe um 1°,7 kleiner als die von Hrn. Perevoschtschikow aus fünfjährigen Beobachtungen für Moskau gefundene mittlere Jahrestemperatur. Mit Hinweglassung derjenigen Tage für welche uns die Moskauer Beobachtungen fehlen, ergiebt sich die mittlere Temperatur von Kasan, aus den um 9^h Morgens und 9^h Abends angestellten Beobachtungen, näherungsweise zu 2°,17 C., welches Resultat nur um 0°,09 gröfser ist, als die für Kasan mit möglichster Schärfe bestimmte mittlere Temperatur des Jahres 1833. Es läfst sich daher wohl annehmen, dafs auch das oben für Moskau gefundene Resultat sich nur sehr wenig von der wahren mittleren Temperatur des Jahres 1833 für diesen Ort entferne.

Anhang.

Mittlere Barometerhöhen und mittlere Temperaturen zu Kasan für jeden Monat des Jahres 1834 u. 1835 neuen Styls; mitgetheilt von E. Knorr.

Monat.	1834. Barometerhöhe bei 0°,0. Millim.	1834. Temperatur. Centigr.	1835. Barometerhöhe bei 0°,0. Millim.	1835. Temperatur. Centigr.
Januar	757,57	— 20,28	753,76	— 13,34
Februar	755,52	— 19,62	757,90	— 10,23
März	754,41	— 2,72	756,63	— 3,50
April	758,86	+ 0,35	754,79	+ 3,77
Mai	753,24	+ 11,03	753,40	+ 9,55
Juni	750,92	+ 16,88	753,40	+ 15,55
Juli	750,86	+ 16,29	749,36	+ 17,35
August	757,64	+ 17,97	749,47	+ 14,07
September	749,92	+ 9,62	758,68	+ 8,75
October	755,24	+ 4,98	762,25	+ 4,07
November	750,19	— 1,46	754,02	— 8,57
December	754,93	— 9,72	752,52	— 19,35
Mittel	754,11	+ 1,94	754,68	+ 1,51

Sämmtliche Barometerhöhen bedürfen keiner weiteren Correction.

Mittlere Feuchtigkeit der Luft zu Kasan für jeden Monat des Jahres 1835 neuen Styls.

Monat.	9h Morgens.			12h Mittags.			3h Nachmittags.			9h Abends.		
	Temperatur. Centigr.	Thaupunkt. Centigr.	Sättigung.	Temperatur. Centigr.	Thaupunkt. Centigr.	Sättigung.	Temperatur. Centigr.	Thaupunkt. Centigr.	Sättigung.	Temperatur. Centigr.	Thaupunkt. Centigr.	Sättigung.
Januar	—13,64	. . . .	1	—12,05	—13,00	0,93	—10,25	—13,40	0,92	—13,04	. . . .	1
Februar	—10,97	—11,62	0,95	— 9,05	—10,50	0,90	— 8,06	— 9,56	0,89	— 9,50	—10,37	0,92
März	— 3,80	— 5,56	0,88	— 1,77	— 5,25	0,78	— 0,61	— 6,00	0,68	— 3,20	— 5,44	0,85
April	+ 3,05	— 1,37	0,73	+ 5,47	+ 0,25	0,70	+ 6,31	— 0,56	0,62	+ 4,49	+ 0,81	0,78
Mai	+ 9,71	+ 1,44	0,58	+12,39	0,0	0,44	+13,59	+ 0,56	0,43	+ 9,40	+ 1,63	0,59
Juni	+16,50	+ 7,00	0,55	+18,89	+ 5,16	0,42	+19,39	+ 4,87	0,40	+14,60	+ 5,44	0,55
Juli	+18,20	+10,77	0,63	+20,84	+10,23	0,52	+21,46	+ 8,41	0,45	+16,50	+ 9,12	0,63
August	+14,54	+ 9,09	0,70	+16,64	+ 8,77	0,61	+17,01	+ 8,66	0,59	+13,61	+ 9,22	0,76
September	+ 8,77	+ 4,96	0,78	+12,74	+ 4,91	0,60	+14,02	+ 4,31	0,53	+ 8,74	+ 3,37	0,70
October	+ 3,74	+ 0,37	0,79	+ 7,10	+ 1,31	0,68	+ 8,11	+ 0,75	0,61	+ 4,41	0,0	0,74
November	— 8,59	— 9,62	0,92	— 7,05	— 8,87	0,88	— 7,07	— 9,06	0,86	— 8,56	— 9,62	0,92
December	—19,06	. . . .	1	—18,14	. . . .	1	—18,72	. . . .	1	—19,65	. . . .	1

Die Beobachtungen zur Bestimmung der Feuchtigkeit der Luft wurden mit einem Psychrometer von Greiner, in Berlin, angestellt, und nach der von Hrn. Prof. August gegebenen Formel und Tafel berechnet. (Siehe dessen: Fortschritte der Hygrometrie in der neuesten Zeit. Berlin 1830). Im Monat Januar, besonders um 9^h Morgens und Abends, zeigte das mit einer dünnen Eisrinde umgebene Thermometer des Psychrometers häufig eine höhere Temperatur als das trockne Thermometer; die psychrometrische Differenz war also negativ, sie stieg jedoch nur ein einziges Mal bis auf — 0°,5 R., eine Differenz von — 0°4 R. war aber nicht selten. Noch häufiger zeigten sich negative psychrometrische Differenzen im Monat December, wo sie sogar zu allen Tagesstunden vorherrschend waren; in den Frühjahrs- und Herbst-Monaten zeigten sich selbige nur ausnahmsweise während der Morgen- und Abendnebel, und stiegen selten über — 0°,2 R. Während der Wintertage, wo eine negative psychrometrische Differenz beobachtet wurde, war die Luft meistens sehr still und der Himmel heiter, jedoch zeigte sich stets ein sehr schwacher Schneefall, welcher auf den Marktplätzen, wo oft eine ziemliche Anzahl Menschen und Pferde beisammen ist, am stärksten war, indem die aufsteigenden Dünste sofort niedergeschlagen wurden. Das Klima von Kasan scheint sich sehr zu psychrometrischen Untersuchungen zu eignen, und es ist daher mein Wunsch mich nach Beendigung des noch im Bau begriffenen neuen physikalischen Kabinets und meteorologischen Observatoriums, und nachdem ich mich im Besitz mehrerer nöthiger Hülfsmittel sehen werde, wozu die nöthigen Summen zum Theil schon Allerhöchst bewilligt sind, angelegentlicher mit diesen Untersuchungen zu beschäftigen, wobei ich aus einem eigenen, leider aber durch Versuche bis jetzt noch nicht geprüften, Instrumente einigen Vortheil zu ziehen hoffe. Obgleich dasselbe nur eine Modification eines längst bekannten Ap-

parats ist, so wäre es doch leicht möglich, dafs es meinen Erwartungen nicht entspräche, und ich wage defshalb noch nicht mit einer nähern Angabe desselben hervorzutreten. Bei der grofsen Entfernung Kasans von den heutigen Mittelpunkten des wissenschaftlichen Strebens, und der hieraus für mich folgenden Isolirung, entgeht mir wohl manches Neue, ich würde daher jedem Physiker, welcher sich besonders für die Meteorologie interessirt, höchst dankbar seyn, wenn derselbe, vorzüglich durch briefliche Mittheilungen, mich gütigst belehren wollte, worauf ich bei jenen Untersuchungen, und bei den hier anzustellenden meteorologischen Beobachtungen überhaupt, meine Aufmerksamkeit vorzüglich richten möchte.

Kasan, im Mai 1837.

IX. *Beobachtung eines ausgezeichnet hohen Barometerstandes zu Braunsberg in Ost-Preufsen; von L. Feldt.*

Vom 1. bis 12. Febr. 1837 wurde hier in Braunsberg ein ausgezeichnet hoher Barometerstand beobachtet. Die von mir in dem eben genannten Zeitraume, in einer Höhe von 11,7 Toisen über dem Niveau der Ostsee angestellten Beobachtungen sind folgende:

Febr. 1837.	Lufttemperatur.	Barometerhöhe auf 0° R. reducirt.	Witterung.
1. 12h Mittags	17°,2 F.	342''',16	SO. windig, heiter
2. 12 -	22 ,3	343 ,05	SO. - Schneetreiben
3. 12 -	21 ,8	344 ,05	SO. - weifslichen Himmel
4. 12 -	8 ,0	345 ,60	SO. heiter, sehr scharfe Luft

Febr. 1837.	Lufttemperatur.	Barometerhöhe auf 0°R. reducirt.	Witterung.
5. 12h Mittags	18°,5 F.	345''',51	SSO. heiter, bedeckt
1 Nachm.	19 ,6	345 ,56	SSO. - -
2 -	19 ,0	345 ,59	SSO. - -
3 -	18 ,8	345 ,64	S. schwach bedeckt
5 -	18 ,2	345 ,88	S. - gleiche Decke
6 -	18 ,2	345 ,93	S. - - -
10 -	18 ,9	346 ,04	still, gleiche Decke
11 -	19 ,0	346 ,11	still, - -
12 Mittern.	18 ,5	346 ,11	still, - -
6. 6h 45' Mrg.	18 ,5	346 ,26	still, - -
8 -	19 ,0	346 ,44	S. schwach, gleiche Decke, neblicht am Horizont
9 -	19 ,8	346 ,42	S. schwach, gleiche Decke, neblicht
10 -	20 ,6	346 ,46	S. - bedeckt
11 -	21 ,9	346 ,47	S. - -
12 Mittags	23 ,1	346 ,45	S. - -
1 Nachm.	24 ,0	346 ,45	S. - -
2 -	24 ,5	346 ,35	S. - -
3 -	23 ,8	346 ,27	S. - -
5 -	23 ,0	346 ,22	S. - Abendroth
7 -	23 ,5	346 ,19	S. windig, gebrochener Himmel
7h 20' -	23 ,0	346 ,12	S. - es wird heiter
11 -	14 ,0	346 ,13	still, heiter
7. 0h 25' Mrg.	12 ,9	346 ,17	still, -
7 -	10 ,1	345 ,37	S. windig, heiter
9 -	13 ,9	345 ,30	S. - -
10 -	17 ,0	345 ,28	S. schwach, heiter
12 Mittags	22 ,9	344 ,95	SSW. windig, heiter
11 Nachm.	16 ,9	344 ,42	still, heiter
8. 12 Mittags	29 ,0	343 ,43	S. nachlassend, heiter
9. 12 -	29 ,0	342 ,84	S. schwach
10. 12 -	30 ,0	342 ,04	S. - bedeckt, es graupelt
11. 12 -	31 ,2	340 ,18	SSO. schwach, heiter
12. 12 -	31 ,0	335 ,97	SSO. windig, -

1837.	Mittl. Zeit.	Barometer. Par. Maafs.	
Aug. 2.	9h 25'	27" 5'''	der Orkan dauert unverändert fort.
	9 35	27 6	
	9 50	27 7	
	10 10	27 8	sehr geringe Abnahme des Orkans
	10 35	27 9	
	11 10	27 9¼	der Orkan nimmt etwas ab
	11 30	27 9½	merkliche Abnahme
	14 45	27 11	schwere Regenschauer, Donner und Blitz, Sturm, SO., der Himmel schwarz
	20 0	28 0½	schwere Brandung im Hafen, Wind, SW.
	21 0	28 0¾	schwacher Ostwind, Sonnenschein, warme Luft, Thermometer + 22¼° R.

XI. *Beschreibung des Kosmoglobus, eines mathematisch-geographisch-astronomischen Instruments, erfunden von Dr. Garthe in Cöln.*

Eine Weltmaschine zu construiren, welche, vollkommner als die bisherigen, als Nachbildung des Universums betrachtet werden könnte, welche Erd- und Himmelskugel, Planetarium, Lunarium und Tellurium zu einem Ganzen verbände, war seit vielen Jahren mein eifrigstes Streben. Sie sollte dem Lehrer der populären Astronomie und mathematischen Geographie vollkommen zureichen, alle Erscheinungen mit Leichtigkeit, Sicherheit und möglichster Anschaulichkeit zu erläutern; dann aber auch dem Gebildeten ein zureichendes Hülfsmittel seyn, sich mittelst desselben und der dazu gehörigen Gebrauchsanweisung

sung vollständig über alle wesentlichen Phänomene, welche das Weltganze betreffen, zu orientiren.

Ich erfand eine solche Maschine, und legte ihr den Namen

»Kosmoglobus«

bei. Persönlich übergab ich sie zunächst dem Königlich Preufsischen Ministerium der Geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten. Sie wurde einer Prüfungs-Commission vorgelegt, welche ihre Neuheit und Zweckmäfsigkeit anerkannte. In Folge des gefällten günstigen Urtheils, ward mir ein Privilegium auf zehn Jahre verliehen, und später erhielt ich solche auch für den gröfsten Theil der übrigen europäischen Staaten.

Das Instrument ist von mir in einer eignen Schrift [1]) genau beschrieben, und zugleich mit einer Anleitung zu seinem Gebrauch versehen worden. Da diese Schrift jedoch nur einem jeden aus der Fabrik gelieferten Apparate beigelegt, also nicht in den Buchhandel gebracht wird, so glaube ich, dafs eine kurze Beschreibung und Abbildung des Kosmogloben in diesen Annalen sachgemäfs erscheinen dürfte.

Die Bestandtheile und die Construction des Kosmoglobus lassen es zu, dafs man daraus zwei Instrumente zusammensetzen kann, die ich mit No. I und II bezeichnet habe. Die Zusammensetzung des Kosmoglobus No. I erfolgt in der Abbildung (Taf. V). Die dem Ganzen zu Grunde liegende Idee ist: »eine Verbindung von Erd- und Himmelskugel und des Planetariums mit dem gestirnten Himmel auf eine einfache und leichte Weise zu bewirken, und durch die gegenseitigen Beziehungen dieser

1) Beschreibung des Kosmoglobus, eines mathematisch-geographisch-astronomischen Instruments, welches die Erd- und Himmelskugeln, wie das Planetarium, Tellurium und Lunarium so in sich vereinigt, dafs dadurch alle Erscheinungen des Weltganzen deutlich eingesehen werden können, erfunden und mit einer vollständigen Gebrauchs-Anweisung versehen von Dr. Garthe etc. Stuttgart und Tübingen, in der J. G. Cottaschen Buchhandlung. 1833.

Sphären eine Anschaulichkeit in die Erscheinungen des Weltganzen zu bringen, wie sie durch die bisher bekannten Hülfsmittel nicht erreicht werden konnte.«

Eine 10 Zoll im Durchmesser haltende Glaskugel (a) Fig. I Taf. V von 1 bis 2 par. Linien Dicke, die aus zwei bei cb auf einander passenden Halbkugeln besteht, macht einen wesentlichen Theil des Apparats aus. Beide Halbkugeln werden durch zwei eingelassene metallene Klammern so an einander befestigt, dafs eine horizontale Verschiebung derselben nicht möglich ist. Die untere Halbkugel kann bei d mittelst einer Prefsschraube an das Fufsgestell befestigt und bei Lösung derselben horizontal gedreht werden. Die obere Halbkugel auf die untere schliefsend gesetzt, bildet mit dieser eine vollkommene Kugel. In ein bei e in die obere Glaskugel eingelassenes, metallenes Muttergewinde wird die Vorrichtung f eingeschraubt. Ein bei g und h auf- und niederlegbarer, starker, metallener, auf bekannte Weise eingetheilter Meridian $giklmh$ umfafst bei k und l in einer halb cylinderförmigen Höhlung den untern Theil der Vorrichtung f, und es wird derselbe alsdann durch eine andere halbcylinderförmige, in einem Charnier bei k bewegliche Klappe und eine bei l sich befindende Schraube (oder Federhaken) nicht allein in verticaler Stellung erhalten, sondern es bewirkt dieser Meridian auch das Aufeinanderhaften der beiden Halbkugeln. Unten ist der Meridian an dem hohlen Cylinder n durch die Schrauben h und g befestigt, kann aber um die vertikale Axe kd gedreht werden. Die ganze Kugel kann mittelst der Prefsschraube o jede geeignete Lage gegen den Horizont erhalten.

Die Glaskugel enthält an ihrer äufsern Fläche die bekannten Kreise: den Aequator und die Ekliptik mit ihren Eintheilungen und Bezeichnungen, die beiden Coluren, die Wendekreise und Polarkreise. Im Pol der Ekliptik ist ein Loch eingebohrt, und in dem Abstande

des Nordpols von demselben ein eingetheilter Kreis angebracht, welcher die Gröfse des Platonischen Weltjahres umfafst. — An der innern Fläche der Glaskugel sind die Fixsterne in ihren für das Jahr 1827 berechneten Orten angebracht. Die Sterne sind alle von verschiedener Gröfse, aus farbigem Papier mit Stahlstempeln ausgeschlagen und gehörig befestigt. Die erster Gröfse sind karmoisinroth, die zweiter Gröfse hellblau, dritter Gröfse gelb, vierter Gröfse grün, fünfter Gröfse dunkelroth, sechster Gröfse schwarz. Die zu einem Sternbilde gehörigen Fixsterne sind mit schwarz punktirten Linien vereinigt, so dafs durch den eingeschlossenen Raum, so gut es thunlich war, die Fläche des Sternbilds bezeichnet worden, dessen Namen in diesem Raume befindlich ist. Die Milchstrafse ist durch zarte, weifse, an einander gereihte Pünktchen in Lage und Gestalt angedeutet. Die nähere Nachweisung der Namen und Bezeichnung der Sterne wird durch Abbildungen der Sternbilder auf Tafeln nachgewiesen, die in alphabetischer Ordnung der Schrift beigegeben wurden.

In das Innere der Glaskugel wird eine vierzöllige Erdkugel *p* mit ihrer Axe *ed* bei *d* in eine Oeffnung gesteckt, so dafs dieselbe dadurch eine senkrechte Stellung erhält. Die Erde umschliefst ein in jede Lage einstellbarer, metallener Horizont *qr* mit allen darauf gehörigen Eintheilungen. Die Ebene desselben geht durch den Mittelpunkt der Erde, und reicht nahe bis zum Himmelsgewölbe, so dafs auch dieses, wie in der Wirklichkeit, stets in einen halben sichtbaren und einen halben unsichtbaren Theil dadurch geschieden wird. An dem metallenen Ringe *stu*, welcher den Horizont trägt, sind zugleich bei *t* und *u* Stifte befestigt, welche einen Beobachter und seinen Antipoden repräsentiren. Setzt man in *t* und *u* Stifte, welche nahe an's Himmelsgewölbe reichen, so sind dadurch Zenith und Nadir bestimmt. Vermittelst *o* kann von Aufsen die Erde um ihre Axe be-

wegt werden. Sie nimmt alsdann den an ihr befestigten Horizont, als sei er an die Füfse des Beobachters in t geheftet, mit sich, und giebt für jeden Theil der Umdrehung der Zeit nach die gesetzmäfsige, d. h. die dem Ort t auf der Erde entsprechende Stellung gegen das feststehende Himmelsgewölbe, und es erfolgen alle Erscheinungen für den Ort t hier im Kleinen, wie in der Wirklichkeit im Grofsen. Um die Zeit gehörig zu fixiren, ist bei f eine horizontal bewegliche, nach Zeit eingetheilte Scheibe vorhanden, die in ihrer Mitte durchbohrt ist. Durch diese Oeffnung geht der Stift ve, der bei l mit der Erdaxe in Verbindung tritt, und der einen Zeiger trägt, welcher sich also zugleich mit der Erde umdreht. Auf dem Fufse des Instruments ist ein astronomischer Kalender oder die Nachweisung enthalten, wo man den Ort abliest, welchen die Sonne an jedem Tage des Jahrs haben mufs. Befestigt man jetzt die Sonne (ein kleines metallenes Scheibchen mit einem Fadenkreuz) mittelst etwas Wachs an ihrem Ort in der Ekliptik, stellt den Meridian über sie und den Beobachter unter den Meridian, so hat dieser die Sonne gerade in seinem Süden, es ist für ihn Mittag; darum darf man nur die Scheibe, welche die Zeit enthält, unter dem Zeiger so lange umdrehen, bis die Mittagsstunde dem Stande des Zeigers entspricht, und hiermit ist der Himmel gesetzmäfsig nach der Zeit eingestellt.

Bei w ist ein verschiebbares Rohr (Diopter) angebracht, wodurch man die Eintheilungen des Meridians auf den Himmel und die Erde übertragen kann. Unterhalb desselben ist ein um dies Diopter beweglicher, in 90 Grad eingetheilter Höhenkreis angebracht, der durch die horizontalen Drehungen des Meridians, und die verticalen des Diopters in jedes Zenith gebracht werden kann, so dafs von hieraus Messungen ausgeführt werden können. Derselbe Höhenkreis kann auch zu den Messungen vom Pol der Ekliptik aus, demnach als Breitenkreis benutzt werden.

Der bis hierhin beschriebene Apparat ist in der Schrift mit No. I bezeichnet. Will man den Apparat No. II zusammensetzen, so wird der Meridian niedergelegt, der Theil *ve* wird herausgezogen, die Platte mit der Zeiteintheilung abgenommen, und die Vorrichtung *f* losgeschraubt. Hierauf wird die obere Glaskugel zur Seite gesetzt, die Erde mit dem Horizont herausgenommen, indem an ihre Stelle in das Innere das Planetensystem tritt, so dafs, wenn es aufgestellt ist, die Ebene der Erdbahn genau in die Ebene der an der Glaskugel angegebenen Ekliptik fällt. Die Sonne steht in der Mitte der Sphäre, und alle Planetenbahnen sind in den geneigten Bahnen genau angegeben und durch Drahtringe versinnlicht. Jeder Ring hat eine eigne Farbe und trägt einen Planeten. Vom Pol der Ekliptik aus können alle um die Sonne bewegt werden. Alles, was zur Erörterung von Begriffen gehört, ist bei der Anordnung gewahrt worden, und die Verbindung mit dem Fixsternhimmel gewährt einen ungemein deutlichen Ueberblick. Die Erde mit der eigenen Stellung ihrer Axe in den verschiedenen Punkten ihrer Bahn, mit ihrem Begleiter, dem Monde, ist vorzüglich beachtet worden, so dafs die wesentlichen Erscheinungen durch diesen Apparat mit Sicherheit versinnlicht werden können.

Endlich gehört zum Apparat No. II eine Verbindung von metallenen Ringen, welche (Fig. II) abgebildet sind. Wird durch das Loch bei *k* ein Stift gesteckt, so umschliefsen diese Ringe genau die äufsere, obere Glashalbkugel, und bei gehöriger Drehung um *k* kann der Ring *defgh* in eine solche Lage gebracht werden, dafs er den Aequator der Himmelskugel genau deckt. In diesem Falle weiset der Zeiger *ib* bei *b* auf das Jahr 1827. Er giebt also an, welche Lage der Aequator im Jahre 1827 unter den Fixsternen hatte; und welcher Stern am Himmel Polarstern war, kann man am höchsten Punkt des Ringes bei *a* erfahren, woselbst eine kleine, die Erde

repräsentirende Kugel *i* angebracht ist, und die, auf den Ring eingesteckt, bei der Drehung desselben mit herumgeführt wird. Werden nun diese verbundenen Ringe von der Linken zur Rechten um *k* gedreht, so durchschneidet der hierdurch veränderte Aequator *defgh* die Ekliptik in immer andern Punkten, welche in Beziehung der vorigen zurückweichen; die kleine Erde bei *m* ist aus ihrer Stellung gerückt, und ihre Axe ist auf andere Punkte des Himmels gerichtet; der Aequator geht durch andere Sternbilder als vorher, und der Zeiger bei *b* weist die Jahrtausende, in welchen eine solche Veränderung statt hat. Mit dieser höchst einfachen Vorrichtung kann man also mit grofser Anschaulichkeit erörtern:

1. Die Bewegung der Weltpole in Kreisen um die Pole der Ekliptik.
2. Das Platonische Weltjahr.
3. Die veränderliche Lage des Aequators gegen die Ekliptik.
4. Die veränderliche Lage der Aequinoctialpunkte.
5. Die Veränderlichkeit der Länge der Gestirne.
6. Die Veränderlichkeit der geraden Aufsteigung der Gestirne.
7. Die Veränderlichkeit der Abweichung der Gestirne.
8. Die Unveränderlichkeit der Breite der Gestirne aus dieser Ursache.
9. Welche Sterne vor Jahrtausenden Polarsterne waren, und demnächst es werden können.
10. Das östliche Vorrücken der Sterne und Sternbilder, in Bezug auf die Aequinoctialpunkte u. s. w.
11. Endlich läfst sich damit die Lage einer jeden Planetenbahn im Fixsternhimmel festlegen.

Das hier beschriebene Instrument unter dem Namen Kosmoglobus ist mit einem andern, von dem ehemaligen hannöverschen Major W. Müller, in England und Deutschland bekannt gemachten Instrument »Kosmosphäre« ganz identisch, und, damit die Geschichte der Wissenschaft

entscheiden könne, wer der Erfinder jener Maschine sey, und ob sich jener königl. hannöversche Major eines Plagiats schuldig gemacht, theile ich das Folgende hierher gehörige mit.

Um auch von England ein Patent für die von mir gemachte Erfindung des Kosmogloben zu erwirken, schloſs ich mit dem Major Müller einen Vertrag, vermöge dessen er gehalten war, in England, Schottland und Irland auf diese meine Erfindung ein Patent zu nehmen, so wie die ihm zugleich mit dem Instrumente übergebene Beschreibung und Gebrauchsanweisung ins Englische zu übersetzen. Alle Kosten, so wie der allenfalls entstehende Schaden, sollten von ihm allein getragen, ein hervorgehender Gewinn aber zu gleichen Theilen unter uns getheilt werden. Auf englischem Boden angelangt, findet es der Herr Major bequemer, das Ganze für seine Erfindung auszugeben, und sucht dieſs dadurch zu beschönigen, daſs er manches an dem Instrumente verbessert habe. Genug, er läſst das englische Patent auf seinen Namen ausstellen, und alle englischen Blätter verbreiten sich lobend über den glücklichen Gedanken, den Herr Müller gehabt habe. Hiermit nicht zufrieden, kehrt er nach Deutschland zurück, schreibt an Hrn. v. Cotta in München, mit welchem ich, wie er wuſste, wegen der merkantilischen Verbreitung meines Instruments in Verbindung stand, und macht demselben den Vorschlag, sich Patente auf diese seine Erfindung geben zu lassen, unter der Versicherung, es werde dann Niemand mein, sondern nur sein Instrument kaufen. Ich schweige über den sittlichen Werth solcher Handlungen, und bemerke nur, daſs dies zu einer Zeit geschah, wo eben Hr. v. Cotta mit der öffentlichen Bekanntmachung meiner Erfindung, und mit dem Abdruck des dem Instrumente zugehörigen Manuscripts beginnen wollte. Von diesem Moment an unterläſst Hr. v. Cotta, das Geschäft ins Leben zu rufen, und legt mir mancherlei Verbindlichkeiten auf, zu

deren Erfüllung mich mein Contract nicht verpflichtete. Da auch von diesem der Verbreitung meiner Erfindung in Deutschland entgegentretenden Hindernifs die Schuld in dem Verfahren des Major Müller lag, auch viele andere Umstände mich dringend nöthigten, meine Rechte zu sichern, so liefs ich im Jahre 1830 eine Druckschrift verbreiten, unter dem Titel:

»Oeffentliche Rüge
nebst dringender Bitte an alle geehrten Leser dieses Blatts, Unternehmungen nicht zu unterstützen, deren Unwürdigkeit in Folgendem dargethan werden soll.«
(Gerichtet gegen den Major Dr. W. Müller in Hannover).

In derselben suchte ich den historischen Gang der ganzen Sache bis auf die Zeit, wo der Major Müller dem Erfolge meiner Bemühungen so beispiellos entgegenwirkte, zusammenzustellen. Ich hatte darin nur Thatsachen angegeben, deren Bekanntmachung dem Hrn. Major in seiner Stellung nichts weniger als erwünscht seyn konnte, die ihn vielmehr auf der verwundbarsten Stelle angriff. Nach dem Erscheinen dieser Schrift erhielt ich von Hrn. Müller einen Drohbrief, worin er sagte, dafs er mich und meine Familie, wegen früherer gegen ihn gemacht haben sollender Aeufserungen, ins gröfste Verderben bringen, und dazu die geeigneten Maafsregeln ergreifen würde, wenn ich nicht den Inhalt jener Rüge sofort öffentlich, als unwahr, zurücknähme. Ich sandte diesen Brief in gerichtlich beglaubigter Abschrift Sr. königl. Hoheit dem Herzog von Cambridge, und Hr. Müller wurde darauf von seinem Dienste suspendirt, aber zugleich veranlafst, mich gerichtlich zu belangen. Da bei diesem langen, merkwürdigen Procefs Alles auf ein Gutachten von Sachverständigen ankam, so vereinigte sich mein Gegner mit mir dahin, dieses von der philosophischen Facultät der Universität Leipzig zu erbitten, und dasselbe dem Ausspruche des Gerichts zum Grunde zu legen. Es wurden daher nicht allein beide Instrumente, sondern auch die

nöthigen Acten, an die gedachte Facultät gesandt. Das darauf von ihr abgefaſste Urtheil, welches sich auf alle Einzelheiten mit umfassender Gründlichkeit verbreitet und 79 Folio-Seiten enthält, theile ich jetzt in einem Auszuge mit, weil dadurch die Gerechtigkeit meiner Sache auf eine überzeugende Weise beurkundet wird.

Das kurfürstlich hessische Ober-Gericht zu Rinteln hatte von den Sachverständigen vornehmlich über folgende Punkte ein Gutachten verlangt:

»Ob und in welchen wesentlichen Merkmalen das Instrument des Dr. Garthe von ähnlichen, frühern, gleichartigen Erfindungen, welche von Seiten des Anklägers angegeben worden, verschieden, oder mit diesen Erfindungen congruent?

»Ob und in welchen wesentlichen Merkmalen das Instrument des Major Müller von dem des Dr. Garthe verschieden oder damit congruent?

»Ob eine hierdurch ausgemittelte wesentliche Verschiedenheit der beiden Instrumente durch Veränderung der Bestandtheile des Instruments des angeschuldigten Dr. Garthe, oder aber durch Zusätze zu demselben entstanden sey?«

Der Schluſs des Gutachtens beantwortet diese Fragen in folgenden Worten:

»Nach diesem allen glauben wir zu dem Schlusse berechtigt zu seyn, daſs der Garthesche Kosmoglobus, wenn er gleich von frühern Erfindungen Manches als Aehnliches darbietet, dennoch als ein Ganzes in der zweckmäſsigen und saubern Ausführung, in der Leichtigkeit, mit welcher alle Veränderungen ausgeführt werden können, und die Auflösung jedes Problems bequem gezeigt werden kann, als eigenthümlich genug anerkannt werden muſs, um dem Dr. Garthe den Ruhm, sich wesentliche Verdienste um das Instrument erworben, und durch eignes Nachdenken mehr als seine Vorgänger

geleistet zu haben, zu sichern. Dieses Urtheil hat ohne allen Zweifel auch diejenigen Regierungen, welche ihm Patente ertheilt haben, und die in dieser Hinsicht zu Rathe gezogenen Gelehrten geleitet.

»Wir sprechen es ferner als unsre bestimmte Ueberzeugung aus, dafs man:

1) was *das ganze Instrument* betrifft, nicht anders entscheiden kann, als dafs beide Instrumente in Hinsicht des Zwecks und der Anwendung nur in *unwesentlichen* Punkten verschieden sind, und dafs diese Verschiedenheiten nicht einmal mit Sicherheit als Verbesserung können angesehen werden, ja, einige diesen Namen gar nicht verdienen; dafs man

2) einräumen kann, dafs die Befestigung des Meridians mit Hülfe zweier Prefsschrauben nach Müller's Angaben auf einem soliden Fufse (nicht aber die Aufhängung) eine, wenn auch für seltene Fälle passende Verbesserung ist.

»Wir können aber durchaus nicht glauben, dafs eine Regierung, die Hrn. Dr. Garthe ein Patent ertheilt hat, sich sollte bewogen finden, ihm darum den ungestörten Genufs seines Patents zu entreifsen, weil ein *so geringer Nebentheil, bei sonst vollkommner Uebereinstimmung aller Hauptsachen, in dem Müller'schen Instrumente* einen kleinen Vorzug besitzt.

3) Die von Glimmer verfertigten Blättchen, die den Horizont, die Ebene der Erdbahn vorstellen, halten wir für keine Verbesserungen. Uebrigens sind die Patentgesetze uns nicht genau genug bekannt; jedoch halten wir uns überzeugt, dafs ein Künstler, der den Meridian oder Horizont am Kosmoglobus von Silber machen wollte, darum das Garthesche Patent nicht ungültig machen würde, sondern seine Kosmogloben mit silbernem Horizont nicht verkaufen dürfte; aber mit den Glimmer-Horizonten, die keinen wissenschaft-

lich andern Zweck haben, scheint es nicht viel anders. Und selbst die kleine Verbesserung, wenn der Horizont auf beiden Seiten Eintheilungen hat, scheint nicht das Patent für das ganze Instrument aufzuheben, da hierzu doch sehr wesentliche Verbesserungen nöthig seyn müssen.

4) Das Zenithalrohr, den Loxodromographen, wollen wir gern als Hrn. Müller's Erfindung, und wie er selbst sie nennt, als »*useful additions*« anerkennen. Wer sie gebrauchen will, mag sie nach den Abmessungen des Garthschen Kosmogloben sich machen lassen, und wir würden kein Bedenken tragen, Hrn. Major Müller das Recht zuzugestehn, dafs er sich auf diese kleinen Zugaben zu dem Garthschen Instrumente ein Patent, um sie an dem Garthschen Kosmoglobus anzubringen, kann ertheilen lassen; doch würde die Regierung, welche ein Patent darauf zu ertheilen geneigt wäre, ganz gewifs sie in einer vollkommneren Form verlangen, als sie uns jetzt vorliegen.

5) Die Nonien und Mikroskope, von denen Hr. Major Müller in der Beschreibung spricht, halten wir für eine ganz nutzlose Zugabe, mehr bestimmt, um reichen Nichtkennern ein elegant aussehendes, theures Instrument in die Hände oder in die Prachtzimmer ihrer Bibliothek zu geben, als bestimmt zum Nutzen. Angaben, bei denen der Nonius nützlich würde, wird schwerlich Jemand am Kosmoglobus ablesen, und dazu ist er auch gar nicht bestimmt.

»Urkundlich ist dieses Gutachten mit Unserm der Facultät Insiegel bedruckt worden.

(L. S.) Dechant, Senior und übrige Professores der philosophischen Facultät i. d. Universität Leipzig.

Dr. Christian Daniel Beck,
ordentl. Professor der alten Literatur, königl. sächsisch. wirkl. Hofrath, Comthur des königl. sächs. Verdienst-Ordens, z. Z. Dechant der philosophischen Facultät.

Ausgefertigt den 25. Aug. 1831.

Durch die Verbindung mit dem Geh.-Rath v. Cotta zu München und später mit dessen Erben, ist es möglich geworden eine Fabrik zu gründen, wo diese Instrumente mit Genauigkeit ausgeführt und zu dem enorm billigen Preise von Acht Friedrichsd'or und 2 Rthlr. für Emballage, einschliefslich der dazu gehörigen Beschreibung und Gebrauchs-Anweisung, verabreicht werden können. Die ganz vorzüglich gut gearbeiteten Glaskugeln von hinreichender Glasdicke werden von den Hrn. Gebr. Schrader zu Gernheim bei Preufs. Minden geliefert, und ich sage diesen Herren für ihre Bereitwilligkeit, mit welcher sie Schwierigkeit mancher Art besiegt, und meinen Wünschen entsprochen haben, hier öffentlich den gröfsten Dank.

XII. *Beobachtung eines ungewöhnlichen Hagelfalls; vom Apotheker Müller, zu Medebach, im Regierungsbezirk Arensberg.*

(Briefliche Mittheilung.)

Am 11. August 1837, Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr, bemerkte man nach einem vorhergehenden starken Nord-West-Winde ein sehr starkes Gewitter, welches sich über einigen Dörfern des hier nahegelegenen Fürstenthums Waldeck entlud, wobei sich zugleich bei einem merkwürdigen Krachen in der Luft ein solcher Hagelschlag einstellte, der seines Gleichen sucht. Es war das Werk einer halben Stunde, in welcher auf einer Länge von drei Stunden und einer halben Stunde Breite durch Sturm und Hagel, dessen kleinste Stücke 12 Loth und die gröfsten 22 Unzen wogen, alles Getraide vernichtet, Bäume entwurzelt und selbst sehr vieles Vieh getödtet wurde. Der Hagel war so hart, dafs er fast jedem Drucke

widerstand. Es herrschten zwei auffallende Formen dabei vor; die eine in gröfserer Menge vorhandene Form war die einer zusammengeballten Faust, deren Enden, bei Eröffnung der Masse, noch einen runden Zapfen zur Unterlage hatten. Die zweite war eine spiralförmig gewundene Form, welche indefs nicht ganz platt, sondern in die convexe überging. Noch jetzt gräbt man solche Hagelstücke in einer Tiefe von 2 Fufs unter der Erde aus, die nicht viel von dem eigenthümlichen ursprünglichen Ansehn verloren haben. Ganz eigenthümlich verhält sich noch das Viehfutter, welches einen entschiedenen sehr starken Schwefelgeruch besitzt und vom Vieh gar nicht genossen wird, so wie auch die Kartoffeln, welche von einer solchen Härte sind, dafs sie auch bei noch so lange fortgesetztem Kochen nicht weich werden.

Medebach, d. 30. Octbr. 1837.

XIII. *Bericht über die Erderschütterung vom* 14. *März* 1837; *von Hrn. Werdmüller von Elgg, zu Pitten, bei Wienerisch-Neustadt.*

Am 14. Mai 1837 Nachmittags safs ich im Laboratorium der Pittner Papierfabrik vor meinem Pulte, den Stuhl nach rückwärts geneigt und an einen Tisch gelehnt, als ich eine heftige, mich erst rückwärts neigende, dann wieder in die alte Stellung bringende Bewegung wahrnahm, welche ich gleich vielen andern einem Schwindelanfall, oder dem Spiele meiner gerade mit einem ähnlichen Gegenstande beschäftigten Phantasie — ich hatte eben die interessante Beschreibung des Moorbruchs in der Grafschaft Antrim in Irland, in dem letzten Hefte von Poggendorff's Annalen Jahrgang 1836 gelesen — zugeschrieben hätte, wenn ich nicht in demselben Augenblick durch ein Krachen der hölzernen Gestelle, das heftige

Klirren der an einander schlagenden Standgläser, der Reibschaalen und Mörser, und das stellenweise herabrieseln des Maueranwurfs zum Umsehen veranlafst worden wäre, wo mir dann mehrere noch stark schwankende Gläser in die Augen fielen, die mich zur Ueberzeugung brachten, dafs wirklich eine Erderschütterung statt gefunden habe, und somit, um den Folgen einer etwaigen Wiederholung zu entgehn, zu schleunigster Entweichung ins Freie bewogen.

Eine solche Fortsetzung des Erdbebens erfolgte nun leider nicht; um so häufiger liefen die Berichte von allen Seiten ein, welche ich nun, nebst eignen Beobachtungen, auszugsweise hier anführen werde.

Der Erdstofs schien mir eine Schwankung zu seyn, während andere Personen übereinstimmend ihn einer wellenförmigen Erhebung und nachherigen Senkung des Erdbodens verglichen, welche von WSW. nach ONO. ging. Andere Personen wollen ein Schütteln, Zittern bemerkt haben, welches das Product aus einem einfachen Stofse in das Aufserordentliche und Ueberraschende desselben gewesen zu seyn scheint. Schaden wurde hier durchaus nicht angerichtet, und es ist mir hier kein einziges Gebäude bekannt, welches etwa Risse bekommen hätte, obgleich die Erschütterung so heftig war, dafs Gemälde hin und her schaukelten, und eine Wiege in starke Schwingungen gerieth. Auch im Freien fühlten Viele den Stofs.

Heftiger war das Erdbeben, vermuthlich wegen geologischer Verhältnisse, in Murzzuschlag, Reichenau, Schottwien und dem Bergschlofs Wartenstein zu fühlen. An diesen Orten wurde derselbe einer grofsen Zahl von Rauchfängen verderblich; Spiegel fielen von den Wänden; an manchen Orten fiel sämmtliche Stuckaturarbeit herab, und wenig Häuser blieben von Rissen, worunter sehr bedenkliche, verschont. In Murzzuschlag brach in Folge eines solchen von Holzwerk begleiteten Rauchfangeinsturzes Feuer aus, wodurch ein Haus eingeäschert

wurde. Von der aufser Schottwien, gegen den Semmering zu, rechter Hand, befindlichen Steinriese, stürzten mächtige Felsblöcke von vielen Centnern herunter, und manche kolossale, seit Jahrhunderten auf dem Gipfel eines Felsens der Wuth des Sturms trotzende, Tanne und Fichte mufste der Erschütterung weichen, und ihren erhabenen Standpunkt verlassen. Doch wurde, so weit meine Nachrichten reichen, auch hier Niemand beschädigt.

Uebrigens hörten mehrere, und zwar die glaubwürdigsten Personen, während des Stofses ein dumpfes unterirdisches, donnerähnliches Getöse, welches mir, wegen der Nähe geräuschvoller Maschinen, entging. C. v. Littrow will diese Erscheinung aus dem Krachen des Dachgebälkes erklären; allein, obgleich er Gründe für diese Erklärung aufstellt, so wird sie dadurch widerlegt, dafs viele Personen auch im Freien, und zwar von allen Gebäuden entfernt, dieses Getöse hörten.

Die Dauer des Stofses oder der Schwankung möchte ich wohl 1 höchstens 2 Sekunden setzen. Sie fand um 4^h 45' mittlere Pitterzeit statt (um 4^h 33,8' Berlin. Zeit), wobei ich jedoch für einen Fehler von 2 bis 3 Minuten nicht garantiren möchte, weil ich nicht gleich nach der Uhr sah, und folglich die seit dem Stofs verstrichene Zeit schätzen mufste; und dann, weil ich wegen ungünstiger Witterung die Correction der Uhr erst einige Tage darnach bestimmen konnte.

Die Windfahne des benachbarten 440 W. Fufs über dem Thale erhabenen Schlofsberges zeigte SSO.-Wind; die hochgehenden Wolken indefs kamen von SW. Der Himmel war theilweise umwölkt, und überzog sich späterhin ganz. Das Wetter war mild und ruhig. Der Barometerstand nicht auffällend, 738 Millim. und im Sinken begriffen. Thermometer $+ 11\frac{1}{2}$ °C.

Beigehend noch eine interessante Handschrift. Das Individuum, welches die Beiträge der kleinern Hadernsammler in Empfang nimmt, und ihnen Scheine ausstellt,

auf welche hin sie die Bezahlung erhalten, war eben mit der Anfertigung eines solchen beschäftigt, als plötzlich seine sonst nicht an kalligraphische Zierlichkeit gewöhnte Hand das so eben gemachte Kreuzerzeichen mit ganz ungewöhnlichen Ornamenten zu des Schreibers nicht geringem Schrecken und Verwunderung zu verzieren begann. Diese Züge sind daher ein sichtbares und somit gewissermaafsen interessantes Andenken an dieses zwar unschädliche aber doch ziemlich starke Erdbeben.

Auszüge aus der Wiener Zeitung.

Vom 15. März 1837. Am 14. d. M. um 4h 45′ (4h 33,1′ Berlin. Zeit) fanden 2 Erdstöfse, jeder von 4 Schwingungen statt. Dauer 2 — 3″. Richtung von NO. nach SW. C. v. Littrow.

Vom 18. März. Die Brünner Zeitung sagt: Am 14. d. M. um 4h 43′ mittlere Brünner Zeit (4h 30,2′ Berl. Z.) fand ein doppelter Erdstofs statt. Richtung von SO. — Barometer 28″ 5,5‴ Wiener Maafs. — Thermometer + 9°,5 R. — Wind SO. — Heiterer Himmel. — Dauer der Stöfse 3″. — Auf dem Felsstocke des Petersberges sollen die Erschütterungen am stärksten empfunden worden seyn. Auch hier giebt die Mehrzahl der Beobachter die Erschütterung als vertikal aufsteigend an, die Minderzahl als schwingend. Von Schaden ist hier nicht die Rede.

Vom 20. März. Der Grätzer Zeitung zufolge wurde am 14. d. M. um 4h 29′ (?) (4h 20,9′ B. Z.) hier eine ziemlich starke, 6″ dauernde, von NO. kommende Erschütterung beobachtet, welche nicht den mindesten Schaden anrichtete. Baromet. unverrückt 27″ 7‴ Par. M. — Therm. + 9° R. — Himmel leicht bewölkt.

Vom 21. März. Die Linzer Zeitung berichtet aus Linz: Am 14. d. M. um 4h 28′ (?) (4h 24,5 B. Z.) erfolgte bei + 10° R. ein 6″ dauernder, nach NO. gehender, so starker Erdstofs, dafs sogar Meubeln von der Stelle

Stelle gerückt wurden und eine Stockuhr stehen blieb. Das Barometer zeigte nichts Ungewöhnliches.

Aus Kremsmünster. Um 4^h 25′ (4^h 22′ B. Z.) wurde hier eine leichte, nahe von Süd nach Nord gehende Erderschütterung verspürt, welche etwa 3 bis 4 Sec. dauerte. Weder Barometer noch Thermometer boten aufsergewöhnliche Erscheinungen dar, und die Uhren der Sternwarte wurden nicht merklich gestört.

Vom 22. *März*. Nach einer genaueren Beobachtung war die Zeit des Erdbebens 4^h 43′ (4^h 31′,1 B. Z.). Einige Secunden später folgte eine zweite Erschütterung. — Dauer: 2″ bis 3″. — Richtung von NO. nach SW. — Weder Witterung noch Barometer, noch Thermometer zeigten etwas Aufsergewöhnliches. Von den beiden, vor und nach dem Erdbeben mit dem Himmel verglichenen Uhren variirte die eine um 1″, die andere um 3″, was bei ihrer Vortrefflichkeit sehr beträchtlich ist. — In einigen seltenen Fällen wurde das Stehenbleiben von Stockuhren beobachtet; Meubeln schwankten u. s. f. — Die Erschütterung wurde an verschiedenen Orten sehr ungleich verspürt. — Da und dort sollen in Folge des Erdstofses sehr baufällige Häuser eingestürzt seyn, oder beträchtlichen Schaden erlitten haben. Dieses Erdbeben ist seit jenem von 1808 das stärkste. C. v. Littrow.

Vom 23. *März*. Die Prefsburger Zeitung berichtet: Am 14. d. M. wurde Prefsburg von einem zweimaligen Erdbeben heimgesucht. — Das erste um 4^h 53′ (4^h 38′,2 B. Z.) war eine ziemlich starke wellenförmige Bewegung, und mochte 3 bis 4 Sec. gedauert haben. — Das zweite 4^h 58′ (4^h 43′,2 B. Z.) war bedeutend stärker, da sich Kästen und Tische bewegten, Thüren klapperten, ja selbst in einigen Häusern die Thüren von Hängkästen aufsprangen u. s. f. Einige wollen unterirdisches Rollen gehört haben. Diese Erschütterung dauerte 8 bis 9 Sec. (?) und wurde nicht überall gleich stark verspürt. Der Stofs schien von NNW. zu kommen.

Am 15. beobachtete man hier von 7^h 30′ bis 9^h ein starkes Nordlicht.

Vom 28. *März.* Die Prager Zeitung enthält von Seite der Königl. Sternwarte folgende Mittheilung: Am 14. d. M. zwischen 4 und 5 Uhr wurden hier Erdstöſse verspürt. Nach der besonderen Beobachtung einer Person waren es fünf von Osten kommende Stöſse, welche etwa 20″ dauerten und auf 4^h 42′,5 Wiener Z. (4^h 30′,3 B. Z.) fielen. Auf der Sternwarte verspürte man gar keine Erschütterung, und die Uhren zeigten keine Unregelmäſsigkeit im Gange.

In Altbunzlau wurde das Erdbeben ebenfalls im Decanalgebäude verspürt, wo die Hausglocken läuteten.

Im Stift Hohenfurth wurde die Erderschütterung ebenfalls, und zwar von Norden kommend, sehr heftig verspürt.

Nirgends wurde am Barometerstande, am Thermometerstande, oder an den Witterungsadspecten etwas auffallendes wahrgenommen.

Vom 29. *März.* Die Grätzer Zeitung vom 25. d. M. erwähnt noch mehrerer Oerter, in welchen das Erdbeben vom 14. verspürt wurde, und schlieſst: In Mürzzuschlag war die Erschütterung am heftigsten, so daſs in diesem Orte viele Häuser durch Risse in den Mauern mehr oder minder beschädigt wurden. Bilder stürzten von den Wänden herab, Gläser und Geschirre zerbrachen, Glocken schlugen an, Mühlen wurden in ihrem Laufe gehemmt, Uhren blieben stehen, und viele Gemächer wurden unbewohnbar. Nachts um 11 Uhr fühlte man hier, und zwar hier allein, abermals eine kleine Erschütterung.

Es scheint, daſs in dieser Gegend der Centralpunkt der Erschütterung gewesen sey, welche sich zwar auch weiter nordöstlich verbreitet hat, jedoch südöstlich von Grätz nicht mehr wirksam gewesen zu seyn scheint, da von den südlicheren Gegenden keine Anzeigen eingingen.

Re-

Berichtigungen:

1. Zu Cauchy's Notizen; aus einem Briefe des Herrn Dr. E. Plutzár.

Triest, den 5ten Januar 1837.

— Als fleißigem Leser Ihrer mit Recht so weit verbreiteten, vortrefflichen Annalen für Physik und Chemie sind mir einige wahrscheinliche Druckfehler in Cauchy's interessanten Briefen an Ampère und Libri (Bd. XXXIX, St. 9) aufgefallen. Ich hoffte von Heft zu Heft Berichtigung derselben; da diese aber bisher noch nicht erfolgt ist, so nehme ich mir die Freiheit, Sie auf dieselben aufmerksam zu machen, mit der Bitte, falls Sie dieselben gegründet finden, dieser Errata berichtigend Erwähnung thun zu wollen, da ich vermuthen darf, daſs manchem Andern, gleich mir, diese Berichtigung erwünscht seyn wird, um so mehr, als das Fragmentarische dieser Aufsätze nicht gestattet, diese Fehler mit Bestimmtheit selbst zu verbessern.

Seite 38. Z. 2 u. 5 von oben soll wohl $r^n f(r)$ besser heiſsen $r_n f(r)$.
» 38. » 10 » » » » vor dem Gleichheitsz. h stehen.
» 38. » 9 u. 11 » » » » $\frac{A}{r_n} e^{-nr}$ besser heiſsen $\frac{A}{r^n} e^{-hr}$.

Im dritten Briefe an Ampère und im dritten an Libri sollte wohl K mit R vertauscht werden.

Seite 40. Z. 12 von unten fehlt das Wort Sinus vor Einfallswinkel.
» 43. » 12 » oben soll statt cos heiſsen cotg.
» 48. » 4 » unten statt $\frac{2\pi}{K}$ sollte seyn $\frac{2\pi}{T}$.
» 51. » 2 u. 3 von unten fehlen im Nenner der letzten Brüche die Accente am τ.
» 53. » 4 von oben statt cos i sollte seyn $\cos^2 i$; zugleich ist die No. 5 mit 6 zu vertauschen.

Ueber No. 3 dieses Briefes bleibt der Leser in Ungewiſsheit.

Seite 53. Z. 6 von unten: reflectirt statt einfallend.
» 54. » 5 » » ist h mit 4 zu verwechseln; eben so
» 55. » 5, 13, 15 von oben; und
» 56. » 14.
» 57. » 6 von oben das zweite (15) mit (16).
» 57. » 6 » unten ist h mit 4 zu vertauschen.
» 62. » 12 η mit λ; ϱ mit s.

(Die meisten der hier dankenswerth berichtigten Fehler befinden sich schon im Original. *P.*)

2. Zu A. Löwe's Aufsatz; von Dr. N. Gräger zu Mühlhausen in Thüringen.

Herr Löwe theilt im Bd. XXVIII pag. 151 dieser Annalen die Analysen eines Basalts und der Lava vom Aetna mit. Die Analysen sind gewifs gut ausgeführt, aber nicht ebenso berechnet.

Der Basalt ist zusammengesetzt aus:

4,615	Magneteisenerz,
39,800	Zeolith und
55,885	Augit.
100,000.	

Bei der Zusammenstellung der einzelnen Bestandtheile des Basalts findet sich 5,15 Magneteisenerz, also 0,535 mehr, als nach der Angabe darin enthalten sind. Dieser Fehler, der durch die Nichtberücksichtigung der Verhältnisse, in welchen die drei angeführten Substanzen den Basalt constituiren, entstanden ist, findet sich wiederholt bei Berechnung des Zeoliths, des Basalts, und am auffallendsten bei der Zusammenstellung der Bestandtheile der Lava als Ganzes.

Zusammensetzung des Zeoliths.

	a. Nach Herrn Löwe.	b. Wirkliche Zusammensetzung nach der Analyse.
Kieselerde	39,13	38,83 = − 0,36
Thonerde	29,00	28,77 = − 0,23
Kalkerde	10,52	10,45 = − 0,07
Natron	13,92	13,81 = − 0,11
Kali	1,43	1,42 = − 0,01
Wasser	7,93	6,72 = + 1,21
	101,93 nicht 100,93.	100,00.

Der Basalt als Ganzes.

	a. Nach Herrn Löwe.	b. Wirkliche Zusammensetzung.
Kieselerde	41,18	41,86 = + 0,68
Thonerde	17,39	16,46 = − 0,93
Eisenoxydulox.	5,15	4,61 = − 0,54
Eisenoxydul	8,18	9,18 = + 1,00
Kalkerde	11,82	12,10 = + 0,28
Natron	6,18	5,49 = − 0,69
Talkerde	6,43	7,20 = + 0,77
Kali	0,63	0,56 = − 0,07
Wasser	2,70	2,67 = − 0,03
	6 99,6	100,13.

Die Zusammenstellung der Analyse der Lava als Ganzes mit der wahren Zusammensetzung derselben nach der Analyse zeigt noch bedeutendere Abweichungen.

	a.	b.
Kieselerde	48,83	51,89 = + 3,06
Thonerde	16,15	17,92 = + 1,77
Eisenoxydul	16,32	11,16 = − 5,16
Kalkerde	9,31	10,28 = + 0,91
Talkerde	4,58	6,90 = + 2,32
Natron	3,45	1,73 = − 1,72
Kali	0,77	0,39 = − 0,38
Manganoxydul	0,54	0,82 = + 0,28
	99,95	101,09.

Wenn man sich viele Mühe gegeben hat, um richtige Zahlen zu finden, und wo man, wie hier, auf dieselben theoretische Betrachtungen gründet, sollte man auch nicht weniger darauf bedacht sein, die gefundenen Zahlen richtig zu gebrauchen.

Dr. N. Gräger.

Zum Aufsatz des Herrn Prof. Mile. Heft I u. II d. Bd.

Seite 46. Z. 25 statt alsdann lies: alsdann eintrifft.
» 55. » 8 st. fallen läſst l. fällt.
» 55. » 18 st. zusammen l. zusammen fallen.
» 63. » 22 st. aller l. ihrer.
» 69. » 2 st. einer l. eine.
» 240. » 4 st. Das sich l. Daſs das.
» 242. » 17 st. wie l. wie dieſs.
» 246. » 18 st. so wie die l. auch durch.
» 250. » 6 st. noch l. mit.
» 250. » 26 st. Tastsinn l. Distanzsinn.
» 251. » 27 st. Auge l. Drucke.
» 254. » 19 st. und auch diese l. und nur diese auf.
» 255. » 6 st. unmittesbare l. mittelbare.
» 257. » 17 st. Handfläche l. Hautfläche.
« 260. » 3 st. Luft l. Licht.
» 261. » 13 st. die man l. die.
» 261. » 14 st. Winkelmaaſse l. Richtungslinien.
» 261. » 14 st. gemessen hat l. die Distanz empfindet.
» 261. » 15 st. selbst l. derselben.
» 261. » 22 st. Gröſse von dem Distanzgefühle l. Distanz.
» 262. » 16 st. fällt weg: und
» 262. » 17 st. empfindend l. empfindet.

Zum Aufsatz von Abich.

Seite 171. Z. 4 von unten statt Kastellglase lies: Krystallglase.

Zum Aufsatz von Ullgren.

Seite 397. Z. 11 statt schwefelsaures Gas lies: schwefligsaures Gas.
» 397. » 12 st. schwefligsaures Quecksilberoxydul l. schwefelsaures Quecksilberoxydul.

Zu den Aufsätzen von Fechner im Bd. XXXXI.

Seite 239. Z. 17 und 18 statt: durch bloſse Berührung mit der Zinkplatte, lies: durch bloſse Berührung mit der Kupferplatte, wenn diese nicht zuvor die Zinkplatte.
(Die übrigen sind bereits S. 451 angegeben.)
» 504. » 12 von unten st. *CO* l. *CD*.
» 504. » 9 v. u. st. Gleichung l. Gleichungen.
» 505. » 1 v. o. statt:

$$2abP\sqrt{\frac{1}{(2H-h)(2a-h)(2b-h)}}=\frac{1}{4b^2(H-h)^2}$$

lies:

$$2abP\sqrt{\frac{1}{h(2H-h)(2a-h)(2b-h)}}-\frac{1}{4b^2(H-h^2)}$$

Seite 506. Z. 20 v. o. ist das dritte Zeichen ∞ mit 0 zu vertauschen.
» 508. » 15 v. u. nach *DE* fehlt das Wort *nicht*.
» 510. » 9 v. u. ist das Wort *um* zu streichen.
» 511. » 13 v. u. st. *r* l. 1.

Register

zu

den Annalen der Physik und Chemie.

Band XXXI bis XXXXII.



I. Namenregister.

S.

II. Sachregister.

B.

Berg-

D.

E.

F.

G.

J.

L.

M.

Oxal-

Berichtigungen,

eingesandt von Hrn. Prof. L. Gmelin in Heidelberg.

Band 31.

Seite 345 Zeile 13 von oben statt 0,664 soll es wohl heifsen: 0,864
- 345 weiter unten kommt bei I und II nicht 100 heraus. (Be Fehler finden sich auch in den Ann. d. Pharm. Bd. IX)

Band 32.

- 294 Zeile 17 v. o. st. 450,5 l. 430,5
- 583 - 15 v. o. st. tellursaures l. tellurigsaures
- 597 - 9 v. o. st. arseniksauren l. arsenigsauren

Band 33.

- 160 - 4 v. o. st. Kalk l. Kork
- 180 - 10 v. o. st. Wasser l. Wasserstoff
- 235 - 11 v. o. st. schwefelsauren l. schwefligsauren
- 241 - 4 v. o. st. schwefelsauren l. schwefligsauren
- 241 - 19 v. unten st. Schwefelsilber und Quecksilberoxyd Schwefelquecksilber und Quecksilberoxydsalz
- 412 - 20 v. o. st. weifs l. meist
- 581 - 7 v. u. st. Jod l. Chlor

Band 34.

- 574 - 18 v. o. st. kleesaurer l. blausaurer
- 612 - 12 v. o. st. cyansaurer l. cyanursaurer
- 613 - 1 v. o. st. cyansaurer l. cyanursaurer

Band 35.

- 6 - 7 bis 8 v. o. amalgamirte mufs nicht vor Pla platte, sondern vor Zinkplatte stehen
- 258 - 8 v. o. st. Wasser l. Wasserstoff
- 338 - 1 v. o. st. Porcellan l. Porcellanthon
- 338 - 13 v. o st. in l. und
- 339 - 6 v. o. bei der Formel fehlt das Wasser
- 476 in der Tabelle st. Temperatur des Salzes Wassers l. Tem ratur des Wassers Salzes
- 478 Zeile 17 v. u. nach wird l. und der latent werdenden Wä

Band 36.

- 8 - 13 v. u. st. Weinsäure l. Traubensäure
- 9 - 13 v. o. st. Weinsäure l. Traubensäure
- 14 - 13 v. u. st. was l. dafs
- 396 - 13 v. u. st. schwefelsauren l. kohlensauren
- 397 - 10 v. o. st. Chromeisen l. Chloreisen
- 416 - 15 v. o. nach Fläche l. P
- 429 - 13 v. u. st. C l. $\ddot{C}$
- 553 - 15 v. u. st. 57,56 l. 75,46
- 554 - 9 v. u. st. Chlorkalium l. Chlorcalcium

Band 37.

Seite 13 Zeile 14 v. o. bei Capronsäure in Neutral-Salzen ist das At. Wasser zu streichen
- 13 - 20 v. o. bei Oelsäure für sich fehlt 1 At. Wasser
- 16 - 15 v. o. nach Jodäther st. Regnault l. Faraday st. H_6 l. H_8
- 26 - 6 v. o. nach Gewürznelkenöl st. C_{10} l. O_{10}
- 29 - 1 v. o. nach Chinin ist N_2 H_6 zu streichen
- 56 - 3 v. u. st. Chlor l. Brom
- 82 - 13 v. u. st. Sauerstoff l. Chlor
- 93 - 4 v. u. st. $C_4 H_8$ l. $C_2 H_8$
- 108 - 19 v. u. st. Weinsäure l. Ulminsäure
- 398 - 4 v. u. st. passenden l. passiven
- 404 - 10 v. u. st. 5 Atom l. 8 Atom
- 546 - 5 v. o. st. Chlorammoniak l. Chlorammonium
- 553 - 8 v. o. berechnet mufs stehn über 13,23 und über 12,72 mufs noch kommen gefunden
- 607 - 16 v. o. st. Salzlösung l. Salzsäure
- 613 - 15 v. o. hier scheint Mulder selbst gefehlt zu haben, indem er Kohlenstickstoffsäure mit Cyansäure verwechselte
- 619 - 14 v. o. st. Mineralien l. Maceration

Band 38.

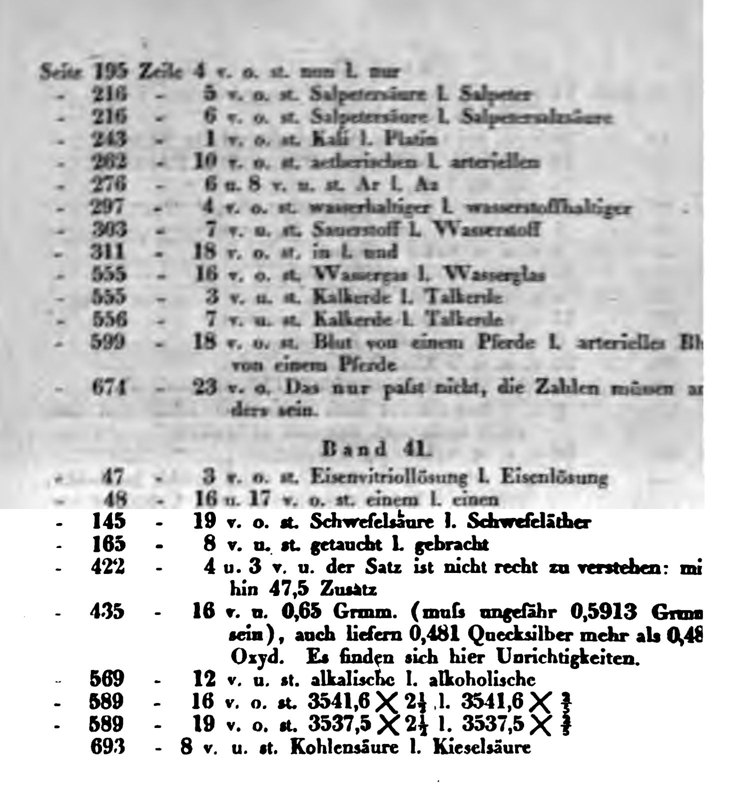
- 118 - 6 v. o. st. Chlorwasser l. Chlorwasserstoff
- 118 - 7 v. o. st. Schwefelsäurestoff l. Schwefelsäure
- 157 die Formel: $\dot{K}^3$ sollte vielmehr sein: $\dot{K}\frac{1}{3}$
- 209 - 5 v. o. st. Te l. Fe
- 366 - 4 v. u. st. Schwefelwasserstoffsäure l. Schwefelsäure
- 396 - 9 v. u. st. Zuvor soll es wohl heifsen: Nicht
- 446 - 9 v. u. st. Phosphorescenz l. Effervescenz
- 485 - 2 v. u. st. 34,5 l. 43,5

Band 39.

- 133 - 8 v. o. st. Taf. II. l. Taf. III.
- 135 - 13 v. u. st. Taf. II. l. Taf. III.
- 143 - 13 v. u. st. wässriger l. mäfsiger
- 153 - 8 v. o. st. Schwefelkies l. Schwefelarsenik
- 153 - 13 v. u. st. Arsenik l. Schwefelarsenik
- 170 - 6 v. o. st. des Silbers l. der Säure
- 172 - 14 v. o. st. O^{18} l. C^{18}
- 335 - 5 v. u. st. Fig. 4. l. Fig. 12. (Siehe Seite X daselbst.)
- 335 - 2 v. u. st. Fig. 5. l. Fig. 13.
- 336 - 7 v. u. st. Fig. 6. l. Fig. 14.
- 339 - 4 v. o. st. reduciren l. oxydiren
- 344 - 6 v. u. st. positiv l. passiv
- 346 - 3 v. o. st. positiv l. passiv

Band 40.

- 112 - 7 v. u. st. Reagentien l. Reactionen
- 115 - 40 v. o. st. wenn l. worin
- 126 - 15 u. 14 v. u. st. Fällung l. Färbung
- 194 - 1 v. o. st. passiv l. positiv



Seite 195 Zeile 4 v. o. st. nun l. nur
- 216 - 5 v. o. st. Salpetersäure l. Salpeter
- 216 - 6 v. o. st. Salpetersäure l. Salpetersalzsäure
- 243 - 1 v. o. st. Kali l. Platin
- 262 - 10 v. o. st. aetherischen l. arteriellen
- 276 - 6 u. 8 v. u. st. Ar l. Az
- 297 - 4 v. o. st. wasserhaltiger l. wasserstoffhaltiger
- 303 - 7 v. u. st. Sauerstoff l. Wasserstoff
- 311 - 18 v. o. st. in l. und
- 555 - 16 v. o. st. Wassergas l. Wasserglas
- 555 - 3 v. u. st. Kalkerde l. Talkerde
- 556 - 7 v. u. st. Kalkerde l. Talkerde
- 599 - 18 v. o. st. Blut von einem Pferde l. arterielles Bl
von einem Pferde
- 674 - 23 v. o. Das nur pafst nicht, die Zahlen müssen an
ders sein.

Band 41.

- 47 - 3 v. o. st. Eisenvitriollösung l. Eisenlösung
- 48 - 16 u. 17 v. o. st. einem l. einen
- 145 - 19 v. o. st. Schwefelsäure l. Schwefeläther
- 165 - 8 v. u. st. getaucht l. gebracht
- 422 - 4 u. 3 v. u. der Satz ist nicht recht zu verstehen: mi
hin 47,5 Zusatz
- 435 - 16 v. u. 0,65 Grmm. (mufs ungefähr 0,5913 Grmm
sein), auch liefern 0,481 Quecksilber mehr als 0,48
Oxyd. Es finden sich hier Unrichtigkeiten.
- 569 - 12 v. u. st. alkalische l. alkoholische
- 589 - 16 v. o. st. $3541,6 \times 2\frac{1}{2}$ l. $3541,6 \times \frac{2}{5}$
- 589 - 19 v. o. st. $3537,5 \times 2\frac{1}{2}$ l. $3537,5 \times \frac{2}{5}$
693 - 8 v. u. st. Kohlensäure l. Kieselsäure

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Januar 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	40,12	40,30	40,41	— 6,0	— 2,6	— 4,2	— 2,6	— 3,2	NW.	N.	NW.	bd.	bd.	bd.
2.	35,91	35,10	34,64	— 8,5	+ 1,5	— 1,8	+ 0,5	+ 1,5	W.	W.	NW.	bd.	bd.	bd.
3.	34,76	34,45	34,40	— 0,2	+ 1,9	+ 0,8	+ 1,6	+ 1,4	NW.	NW.	NW.	v.	bd.	bd.
4.	37,52	38,26	38,91	— 2,4	— 0,9	— 2,4	— 1,5	— 1,0	NW.	NW.	NW.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
5.	39,37	38,81	38,33	— 1,3	+ 1,9	+ 1,3	+ 1,7	+ 0,9	WSW.	WSW.	WSW.	bd.	bd.	bd.
6.	35,73	35,16	34,28	— 3,7	+ 1,7	— 0,2	+ 1,2	+ 1,7	WSW.	SW.	SW.	bd.	v.	bd.
7.	31,64	31,61	31,85	+ 1,1	+ 2,8	+ 2,8	+ 2,4	+ 2,3	SW.	SW.	SW.	bd. r.	bd.	ht.
8.	35,87	36,84	37,34	+ 1,6	+ 2,3	+ 1,7	+ 2,0	+ 2,3	NW.	NW.	NW.	v.	bd.	bd.
9.	39,44	39,11	38,18	+ 1,3	+ 2,5	+ 2,0	+ 2,2	+ 2,2	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
10.	34,92	34,19	32,99	+ 1,8	+ 3,3	+ 2,2	+ 2,8	+ 3,0	SW.	W.	SW.	bd.	bd.	bd.
11.	33,24	33,38	34,40	— 0,6	+ 0,9	— 0,6	+ 0,3	— 1,4	NW.	NW.	NW.	ht. ht.	bd. Sn.	ht.
12.	37,11	37,42	37,63	— 2,8	— 1,4	— 2,8	— 1,8	— 1,4	W.	W.	WNW.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
13.	33,41	31,58	30,45	— 4,0	— 0,5	— 2,7	— 1,8	— 0,5	SSW.	S.	SSW.	Sn.	bd.	bd.
14.	28,43	28,90	29,36	— 2,0	+ 2,8	+ 1,7	+ 2,3	+ 2,1	SW.	SW.	SW.	v.	ht.	bd.
15.	36,35	37,32	37,87	— 2,4	— 2,0	— 2,4	— 2,0	— 2,3	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	bd.
16.	39,68	39,59	39,33	— 3,0	— 0,5	— 2,0	— 0,8	— 1,3	NW.	W.	W.	bd.	bd.	ht.
17.	38,48	38,19	38,19	— 2,2	+ 1,8	+ 0,3	+ 0,7	+ 1,0	W.	W.	W.	bd. t.	bd. t.	bd. t.
18.	37,85	37,55	37,44	+ 0,6	+ 1,3	+ 1,6	+ 1,2	+ 1,2	W.	W.	W.	bd. t.	bd. t.	bd. t.
19.	37,04	36,71	36,27	+ 0,7	+ 1,7	+ 1,0	+ 1,2	+ 0,7	W.	W.	W.	bd. t.	bd.	bd.
20.	34,72	34,48	34,19	+ 0,1	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,5	O.	O.	SO.	bd.	bd.	bd.

(Januar 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	35,39	35,49	35,43	0,0	+ 1,4	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,8	SSO.	SW.	SW.	bd.	v.	ht.
22.	35,41	35,26	34,58	− 0,8	+ 2,0	+ 0,2	+ 1,6	+ 1,8	SW.	SW.	SW.	v.	bd.	bd.
23.	32,69	32,82	32,96	+ 0,6	+ 5,1	+ 2,7	+ 2,7	+ 5,0	SW.	SW.	SW.	bd. r.	bd. n.	bd.
24.	32,81	32,87	32,95	+ 3,4	+ 5,5	+ 4,9	+ 5,2	+ 5,3	SW.	SW.	SW.	bd.	bd. r.	ht.
25.	33,93	34,17	34,10	+ 4,4	+ 3,5	+ 4,4	+ 3,0	+ 2,4	W.	NW.	N.	bd.	bd.	bd.
26.	34,72	34,85	34,80	+ 1,8	+ 3,0	+ 2,4	+ 2,5	+ 2,2	N.	N.	N.	bd.	bd.	bd.
27.	35,12	35,20	35,28	+ 0,2	+ 1,8	+ 1,5	+ 1,4	+ 0,5	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	bd.
28.	37,67	37,98	38,55	− 3,6	− 3,0	− 3,6	− 3,6	− 3,5	O.	O.	O.	bd. Sn.	bd.	ht.
29.	38,86	38,83	38,60	− 7,1	− 4,8	− 6,5	− 5,4	− 5,3	O.	O.	O.	bd.	bd.	bd.
30.	39,19	39,31	39,30	− 5,2	0,0	− 2,9	− 1,7	− 0,6	SO.	SO.	O.	bd.	bd.	bd.
31.	39,77	39,87	39,56	− 3,8	− 0,5	− 1,4	− 1,2	− 0,7	SO.	SO.	SO.	v.	ht. ht.	ht. ht.
	36,528	36,383	36,132	− 1,63	+ 1,44	+ 0,22	+ 1,03	+ 1,11	Mittel vom 1. bis 10.					
	35,629	35,512	35,513	− 1,56	+ 0,48	− 0,55	− 0,01	− 0,14	- - 11. - 20.					
	35,960	36,060	36,000	− 0,91	+ 1,27	+ 0,22	+ 0,47	+ 0,72	- - 21. - 31.					
	36,031	35,987	35,889	− 1,35	+ 1,07	+ 0,17	+ 0,50	+ 0,57	- - 1. - 31.					

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Februar 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	39,88	39,86	39,59	— 5,3	— 2,6	— 4,0	— 3,2	— 2,6	SO.	SO.	SO.	bd.	bd.	bd.
2.	40,61	40,81	40,75	— 3,9	— 2,2	— 3,9	— 2,7	— 2,3	SO.	SO.	SO.	bd.	bd.	bd.
3.	42,58	41,90	41,82	— 3,0	— 1,5	— 3,0	— 2,2	— 1,8	N.	N.	NO.	bd.	bd.	bd.
4.	44,19	44,21	43,94	— 3,6	— 2,6	— 3,3	— 3,1	— 3,3	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	ht.
5.	44,68	44,76	44,42	— 8,0	— 4,1	— 7,6	— 5,0	— 4,2	SO.	SO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
6.	45,12	45,20	44,80	— 8,9	— 3,5	— 8,4	— 5,5	— 3,6	SO.	SO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
7.	44,16	44,08	43,56	— 8,2	— 0,8	— 7,7	— 3,5	— 0,8	SO.	SO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
8.	42,75	42,61	42,39	— 6,5	— 0,7	— 5,7	— 2,4	— 0,7	S.	S.	SW.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
9.	42,17	42,08	41,67	— 6,7	+ 1,4	— 5,4	— 0,8	+ 1,2	S.	S.	S.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
10.	41,17	40,90	40,23	— 1,8	+ 4,0	— 0,0	+ 2,7	+ 3,6	S.	S.	S.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
11.	37,56	37,10	31,65	— 3,3	+ 4,8	— 1,0	+ 2,8	+ 4,0	S.	S.	S.	v.	v.	ht.
12.	32,74	33,01	33,33	— 1,5	+ 5,5	+ 0,5	+ 3,9	+ 4,9	S.	SW.	SW.	bd.	ht.	bd.
13.	32,87	31,82	31,14	— 0,4	+ 4,9	+ 0,2	+ 3,7	+ 3,5	SO.	SO.	SO.	ht.	v.	bd. r.
14.	31,73	31,72	36,61	+ 1,4	+ 6,2	+ 3,2	+ 4,8	+ 5,7	SO.	SSO.	SO.	v.	bd.	bd. r.
15.	35,18	36,20	39,00	+ 1,4	+ 3,8	+ 1,4	+ 2,3	+ 3,6	O.	NO.	NW.	bd. r.	bd.	bd. r.
16.	40,43	40,47	43,90	+ 0,4	+ 4,8	+ 1,3	+ 3,6	+ 4,6	SW.	SW.	SW.	ht.	ht.	ht.
17.	39,63	39,39	34,41	+ 1,1	+ 7,8	+ 3,1	+ 6,5	+ 6,4	SW.	SW.	SW.	ht.	v.	bd.
18.	40,86	40,69	40,03	+ 0,8	+ 3,6	+ 1,4	+ 2,7	+ 2,6	SW.	S.	S.	ht.	bd.	bd.
19.	35,81	35,30	35,13	+ 0,8	+ 6,0	+ 1,2	+ 5,0	+ 5,7	SSO.	SW.	SW.	ht.	ht. ht.	bd.
20.	28,64	28,33	29,18	+ 2,6	+ 8,3	+ 6,1	+ 7,0	+ 6,0	SW.	SW.	W.	bd. r.	bd.	bd.

(Februar 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	35,42	34,94	34,04	+ 1,1	+ 6,0	+ 2,3	+ 4,6	+ 5,8	SW.	SW.	SSW.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
22.	32,53	32,93	33,06	+ 1,4	+ 4,4	+ 2,7	+ 3,0	+ 3,6	W.	W.	W.	ht.	Sn.	ht.
23.	34,44	34,29	33,53	+ 0,8	+ 5,2	+ 2,8	+ 4,3	+ 4,6	WSW.	WSW.	W.	ht.	ht.	bd.
24.	27,11	26,42	25,47	+ 1,0	+ 4,9	+ 2,2	+ 3,0	+ 3,6	SW.	SW.	SW.	v.	bd.	bd.
25.	30,24	30,47	30,58	+ 0,3	+ 0,8	+ 0,3	+ 0,7	0,1	NW.	W.	W.	bd.	bd. Sn.	bd.
26.	34,17	34,72	34,94	0,0	+ 1,4	+ 0,5	+ 1,0	+ 0,6	WNW.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
27.	35,85	36,06	35,96	− 1,2	+ 1,1	− 0,4	+ 0,8	+ 0,8	W.	W.	W.	bd. Sn.	bd.	bd.
28.	37,64	38,05	38,22	− 2,1	+ 0,8	− 1,4	− 0,4	− 0,5	SW.	SW.	SW.	v.	ht.	ht.
	42,731	42,641	42,317	− 5,59	− 1,26	− 4,90	− 2,57	− 1,45	Mittel vom 1. bis 10.					
	35,545	35,403	35,308	+ 0,33	+ 5,57	+ 1,74	+ 4,23	+ 4,70	- - 11. - 30.					
	33,425	33,485	33,225	+ 0,16	+ 3,07	+ 1,12	+ 2,12	+ 2,33	- - 21. - 28.					
	37,508	37,440	37,218	− 1,80	+ 2,42	− 0,81	+ 1,20	+ 1,82	- - 1. - 28.					

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — März 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	38,47	38,31	38,14	— 1,4	— 0,1	— 0,4	— 0,4	— 0,2	NO.	NO.	NO.	bd. Sn.	Sn.	Sn.
2.	37,65	37,60	37,48	— 2,4	+ 2,3	— 0,9	+ 0,7	+ 1,8	W.	NW.	NO.	Sn.	Sn.	bd.
3.	37,99	37,48	36,35	— 1,4	+ 1,8	— 1,4	+ 0,6	+ 0,6	N.	N.	N.	v.	bd.	bd.
4.	32,07	32,35	33,18	— 1,2	+ 2,3	— 0,4	+ 0,7	+ 1,3	N.	N.	N.	bd.	bd.	bd.
5.	34,61	34,58	34,19	— 6,2	+ 0,1	— 4,2	— 0,9	— 0,3	NW.	NW.	NW.	ht.	ht.	ht.
6.	32,71	33,87	34,55	— 5,3	— 0,5	— 4,6	— 1,4	— 1,9	N.	N.	N.	ht.	bd.	ht.
7.	35,82	35,98	35,87	— 5,0	+ 1,8	— 2,4	0,0	+ 0,5	W.	W.	W.	v.	bd.	bd.
8.	37,94	37,74	37,65	— 6,3	+ 2,0	— 2,3	+ 0,3	+ 1,7	SW.	SW.	W.	bd.	bd.	bd.
9.	35,08	35,10	35,14	+ 0,6	+ 3,2	+ 2,3	+ 2,3	+ 3,2	SW.	NW.	W.	bd.	bd.	bd.
10.	34,43	33,39	34,19	+ 2,0	+ 5,3	+ 3,8	+ 5,0	+ 5,2	W.	W.	SW.	bd.	ht.	bd.
11.	31,91	31,93	31,84	+ 1,2	+ 8,0	+ 3,3	+ 6,5	+ 7,2	SW.	SW.	SW.	ht.	ht.	ht.
12.	32,26	32,27	32,23	+ 1,4	+ 8,7	+ 2,8	+ 7,7	+ 7,3	SSO.	SSO.	SSO.	ht.	ht.	v.
13.	33,31	33,82	33,90	+ 1,5	+ 8,9	+ 3,5	+ 7,2	+ 8,7	NO.	NO.	NO.	ht.	ht.	v.
14.	38,52	39,24	39,48	+ 0,4	+ 3,9	+ 1,8	+ 2,3	+ 3,4	NO.	N.	NO.	bd.	bd.	bd.
15.	40,23	39,91	39,28	+ 1,4	+ 5,1	+ 1,8	+ 2,3	+ 4,9	O.	NO.	ONO.	bd.	bd.	ht.
16.	37,04	36,75	36,61	+ 1,2	+ 8,8	+ 3,7	+ 8,1	+ 7,5	SO.	SO.	S.	ht.	v.	bd.
17.	37,47	37,77	37,65	+ 2,2	+ 5,0	+ 2,2	+ 2,8	+ 4,4	W.	NW.	NW.	bd.	bd.	ht.
18.	39,13	39,10	38,64	— 0,6	+ 4,6	+ 1,0	+ 3,5	+ 4,3	N.	N.	N.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
19.	35,95	34,78	33,34	— 2,1	+ 3,8	— 0,2	+ 2,1	+ 3,3	NW.	NW.	W.	ht. ht.	ht.	bd.
20.	30,70	30,43	30,13	— 4,0	— 1,0	— 2,8	— 2,3	— 1,3	NW.	NW.	NW.	v. Sn.	bd.	bd.

(März 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	33,41	33,30	32,69	— 4,5	— 0,4	— 3,8	— 1,6	— 0,9	N.	N.	NO.	bd.	ht.	bd.
22.	32,93	33,16	33,19	— 3,5	+ 0,5	— 1,6	0,0	— 0,4	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	v.
23.	33,76	33,60	33,42	— 6,3	— 1,2	— 3,8	— 2,2	— 1,8	NW.	NW.	W.	ht. ht.	bd.	v.
24.	33,18	33,01	32,80	— 6,8	0,0	— 4,0	— 1,3	— 0,5	W.	W.	SW.	ht.	v.	ht.
25.	33,47	33,29	33,22	— 5,0	+ 2,6	— 2,0	+ 0,6	+ 2,2	SW.	SW.	SW.	ht. ht.	ht.	ht.
26.	33,98	34,00	33,77	— 0,8	+ 3,6	+ 0,3	+ 2,0	+ 2,9	SW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
27.	33,81	33,79	34,05	— 0,1	+ 3,6	+ 2,4	+ 3,4	+ 2,1	WNW.	W.	W.	bd.	bd.	Sn.
28.	37,47	37,13	36,62	— 2,7	+ 2,5	— 1,3	+ 1,8	+ 2,2	SW.	W.	W.	ht. ht.	ht.	bd.
29.	35,64	35,58	35,00	+ 0,2	+ 6,5	+ 2,6	+ 4,8	+ 6,0	SW.	SW.	SW.	v.	ht.	ht.
30.	32,72	33,13	33,28	+ 1,6	+ 4,5	+ 3,9	+ 3,7	+ 4,5	SW.	W.	W.	bd.	bd.	ht.
31.	34,94	35,17	35,25	— 1,2	+ 2,3	+ 0,3	+ 1,2	+ 1,4	N.	N.	N.	ht.	ht.	ht.
	35,677	35,640	35,674	— 2,66	+ 1,82	— 1,05	+ 0,69	+ 1,19	Mittel vom 1. bis 10.					
	35,652	35,600	35,310	+ 0,26	+ 5,58	+ 1,71	+ 4,02	+ 4,97	- - 11. - 20.					
	34,119	34,105	33,935	— 2,65	+ 2,23	— 0,64	+ 1,13	+ 1,61	- - 21. - 31.					
	35,116	35,083	34,940	— 1,71	+ 3,18	— 0,01	+ 1,92	+ 2,56	- - 1. - 31.					

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — April 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	36,15	35,99	35,44	— 2,8	+ 4,3	— 0,1	+ 1,7	+ 3,9	NW.	NW.	NW.	v.	v.	v.
2.	34,04	33,97	33,82	— 0,5	+ 4,6	+ 1,9	+ 2,8	+ 4,1	W.	W.	W.	bd.	bd.	ht.
3.	35,80	35,62	34,82	— 0,8	+ 4,4	+ 1,0	+ 2,8	+ 3,9	NNO.	SW.	W.	bd.	v.	ht.
4.	31,64	31,63	31,51	+ 1,4	+ 8,1	+ 5,2	+ 6,7	+ 7,7	SW.	W.	NW.	v.	ht.	ht.
5.	33,40	33,34	33,28	+ 0,8	+ 4,9	+ 2,3	+ 4,7	+ 4,7	NW.	NW.	NW.	v.	v.	v.
6.	32,54	32,70	32,66	0,0	+ 2,2	+ 0,7	+ 2,0	+ 1,8	NW.	NO.	NO.	bd. Sn.	bd.	bd.
7.	31,97	31,55	31,61	— 0,3	+ 0,3	— 0,3	+ 0,1	+ 0,2	NO.	NO.	NO.	bd. r.	bd.	bd.
8.	34,39	34,79	34,91	— 0,5	+ 0,2	— 0,5	0,0	— 0,4	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	bd. Sn.
9	34,13	34,12	34,13	— 2,2	+ 2,3	— 0,3	+ 1,2	+ 1,8	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	bd.
10.	36,18	36,15	35,91	— 4,8	+ 2,8	— 1,8	+ 1,4	+ 1,8	SSO.	SSO.	O.	ht. ht.	v.	bd.
11.	34,83	34,65	34,34	— 0,8	+ 4,0	+ 1,7	+ 3,4	+ 3,2	NO.	NO.	NW.	bd.	v.	bd.
12.	34,21	34,38	34,26	+ 0,2	+ 3,3	+ 1,2	+ 2,2	+ 2,8	NO.	NO.	O.	bd.	bd.	bd.
13.	33,07	32,73	33,70	— 0,5	+ 1,9	+ 0,3	+ 1,5	+ 1,8	NW.	NW.	W.	bd. Sn.	bd.	bd. Sn.
14.	34,68	34,60	34,71	+ 0,5	+ 5,1	+ 1,8	+ 4,7	+ 4,5	NW.	NW.	W.	bd.	bd.	bd.
15.	34,52	34,36	33,96	+ 1,4	+ 6,3	+ 2,3	+ 4,5	+ 5,9	NW.	NW.	W.	bd.	bd.	bd.
16.	30,51	29,83	39,25	+ 2,0	+13,8	+ 6,7	+11,3	+13,3	O.	SO.	SO.	ht. ht.	v.	ht.
17.	29,39	30,27	32,05	+ 7,7	+13,2	+10,0	+12,3	+13,0	SO.	SO.	SW.	v.	v.	bd.
18.	33,09	33,07	33,21	+ 2,7	+ 6,5	+ 3,8	+ 5,6	+ 6,3	NW.	NW.	NW.	bd. t.	bd.	bd.
19.	33,22	33,19	32,99	+ 4,0	+ 7,3	+ 5,7	+ 6,2	+ 6,7	N.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
20.	33,61	33,95	33,95	+ 4,6	+ 6,8	+ 5,2	+ 5,7	+ 6,7	NW.	W.	W.	bd.	bd. r.	bd.

(April 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	35,52	35,60	35,60	+ 4,7	+ 9,7	+ 6,3	+ 8,5	+ 9,4	NW.	NW.	S.	ht.	ht.	ht.
22.	35,62	35,40	34,99	+ 3,7	+13,8	+ 9,2	+11,3	+13,3	SO.	SSO.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
23.	34,78	34,62	34,14	+ 4,5	+15,4	+10,7	+13,6	+14,9	SO.	SO.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
24.	34,39	34,15	33,99	+ 5,9	+13,4	+10,6	+12,2	+12,8	O.	O.	SO.	ht. ht.	v. r.	v.
25.	35,24	35,21	35,17	+ 6,1	+15,3	+10,2	+14,0	+15,2	O.	O.	O.	ht. ht.	ht.	ht.
26.	36,60	36,43	36,21	+ 5,2	+15,1	+11,2	+13,5	+14,8	N.	SW.	W.	ht. ht.	ht.	ht.
27.	35,00	35,11	34,55	+ 7,6	+15,0	+11,3	+14,8	+14,7	S.	S.	S.	v.	v.	bd.
28.	34,67	34,31	33,81	+ 6,6	+12,4	+ 8,3	+10,8	+12,3	NW.	NW.	NW.	bd.	ht.	v.
29.	33,47	33,34	32,81	+ 7,6	+13,4	+ 8,7	+11,9	+12,8	O.	SO.	SO.	bd.	bd.	v.
30.	31,94	32,17	32,06	+ 8,2	+13,5	+10,2	+12,7	+13,0	S.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
	34,024	33,986	33,809	— 0,97	+ 3,41	+ 0,81	+ 2,34	+ 2,95	Mittel vom 1. bis 10.					
	33,123	33,103	33,242	+ 2,18	+ 6,82	+ 3,87	+ 5,74	+ 6,42	- - 11. - 20.					
	34,723	34,634	34,333	+ 6,01	+13,70	+ 9,67	+12,33	+13,32	- - 21. - 30.					
	33,957	33,908	33,794	+ 2,41	+ 7,98	+ 4,78	+ 6,80	+ 7,56	- - 1. - 30.					

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Mai 1837.

Tag.	Barometer bei 0°R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	34,89	35,16	35,02	+ 8,1	+14,9	+10,3	+12,7	+14,6	W.	W.	W.	v.	ht.	v.
2.	35,51	35,49	35,42	+ 7,7	+14,6	+11,7	+13,0	+14,5	W.	W.	W.	ht.	bw.	ht.
3.	35,30	34,86	34,31	+ 7,4	+13,2	+ 9,8	+11,7	+12,3	NNW.	N.	N.	ht.	ht.	ht.
4.	31,96	31,89	32,11	+ 6,5	+11,2	+ 8,3	+10,9	+ 9,1	O.	O.	O.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
5.	33,80	33,84	33,62	+ 3,4	+ 9,9	+ 5,7	+ 7,8	+ 9,3	NW.	WNW.	W.	bd.	bd.	ht.
6.	34,08	34,45	34,46	+ 4,7	+ 9,9	+ 6,6	+ 7,7	+ 9,5	NW.	NNO.	NW.	v.	v.	v.
7.	35,37	35,39	35,27	+ 3,6	+ 7,9	+ 4,8	+ 6,3	+ 7,6	NW.	NW.	W.	bd.	bd.	v.
8.	35,38	35,23	34,77	+ 3,5	+10,5	+ 5,0	+ 7,3	+ 9,6	W.	W.	W.	bw.	v.	bd.
9.	32,21	32,04	31,36	+ 5,4	+12,9	+ 9,3	+11,5	+11,9	SW.	SW.	SW.	v.	v.	bd.
10.	30,40	30,78	30,92	+ 7,0	+ 6,6	+ 5,7	+ 5,7	+ 6,5	N.	NNW.	W.	bd.	bd.	R.
11.	33,65	34,26	34,58	+ 1,5	+ 6,1	+ 3,5	+ 3,8	+ 6,1	NNW.	NW.	NW.	bd. R.	bd. r.	bd.
12.	35,64	35,97	36,28	+ 3,8	+ 7,9	+ 5,2	+ 6,4	+ 7,6	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
13.	36,69	36,23	35,83	+ 4,8	+13,5	+ 9,2	+10,3	+12,7	WNW.	WNW.	W.	v.	ht.	ht.
14.	35,04	34,62	34,48	+ 5,5	+14,3	+10,2	+13,3	+14,2	S.	O.	NW.	ht.	bw.	bw.
15.	35,22	35,39	35,37	+ 5,8	+14,5	+ 9,8	+13,3	+13,8	O.	O.	O.	bd.	bd.	bd.
16.	35,76	35,69	35,17	+ 5,3	+14,6	+10,5	+13,8	+14,0	NO.	ONO.	N.	ht. ht.	ht.	ht.
17.	35,09	34,84	34,31	+ 5,2	+12,5	+ 9,3	+11,3	+11,6	NW.	NW.	NW.	ht. ht.	ht.	bd.
18.	33,35	33,43	34,11	+ 6,0	+10,0	+ 6,3	+ 9,3	+ 8,7	NW.	N.	N.	bd. R.	v.	bd.
19.	35,64	35,46	35,23	+ 4,2	+12,1	+ 9,1	+11,7	+11,6	WNW.	N.	NW.	ht.	v.	v.
20.	35,00	34,61	34,19	+ 2,3	+12,3	+ 7,3	+10,5	+11,3	N.	N.	N.	ht. ht.	ht.	v.

(Mai 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	32,55	32,19	31,49	+ 4,8	+11,0	+ 8,6	+ 9,3	+10,5	SO.	SO.	SW.	bd.	bd.	bd.
22.	31,11	31,15	31,25	+ 5,2	+ 9,7	+ 9,8	+10,8	+ 8,0	NW.	NW.	NW.	ht.	bd.	bd.
23.	33,91	33,64	33,82	+ 5,5	+12,7	+ 8,8	+10,3	+11,7	W.	W.	NW.	ht.	bd.	v.
24.	35,43	35,40	35,11	+ 5,5	+14,6	+10,3	+13,2	+14,2	SW.	NW.	NW.	ht.	ht.	bd.
25.	34,43	34,19	33,93	+ 7,2	+12,1	+10,7	+11,3	+11,6	N.	N.	NO.	bd.	bd.	bd.
26.	35,46	36,15	36,34	+ 7,3	+14,5	+ 8,3	+11,8	+14,4	SW.	W.	SW.	bd.	ht.	ht.
27.	38,03	38,06	37,88	+ 7,5	+17,6	+14,5	+16,3	+17,2	SO.	S.	SO.	ht.	ht.	ht.
28.	38,31	38,01	37,72	+ 9,3	+19,4	+15,6	+18,7	+19,2	SO.	SO.	SO.	ht.	ht.	ht.
29.	37,50	37,45	37,18	+10,3	+18,8	+15,8	+17,3	+18,5	O.	ONO.	NO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
30.	36,75	36,37	35,75	+ 7,4	+18,3	+13,8	+15,9	+18,2	O.	NNO.	NNO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
31.	36,51	36,38	35,88	+ 8,8	+14,0	+11,5	+12,8	+13,6	WNW.	N.	NW.	ht. ht.	ht.	ht.
	33,890	33,913	33,726	+ 6,73	+11,16	+ 7,72	+ 9,46	+10,49	Mittel vom 1. bis 10.					
	35,108	35,050	34,955	+ 4,44	+11,78	+ 6,04	+10,37	+11,16	- - 11. - 20.					
	35,454	35,363	35,123	+ 7,16	+14,79	+11,61	+13,43	+14,28	- - 21. - 31.					
	34,838	34,794	34,618	+ 6,14	+12,65	+ 8,56	+11,16	+12,70	- - 1. - 31.					

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes: der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Juni 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	33,88	33,93	33,11	+ 7,2	+12,4	+ 9,3	+ 8,7	+12,2	SW.	NW.	W.	bd. r.	bd. R.	v.
2.	31,47	31,94	32,37	+ 5,3	+ 9,6	+ 6,0	+ 6,7	+ 9,2	W.	NW.	NW.	bd. R.	bd. R.	bd. R.
3.	33,86	33,78	33,61	+ 4,7	+10,2	+ 6,3	+ 8,2	+ 9,2	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
4.	34,42	35,09	35,40	+ 6,1	+10,4	+ 8,7	+ 9,7	+ 8,3	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
5.	37,34	37,56	37,72	+ 4,6	+11,9	+ 6,6	+10,2	+10,3	NW.	NW.	NW.	bd.	bd. r.	bd.
6.	36,90	36,42	35,88	+ 4,7	+14,0	+10,2	+13,0	+13,4	WSW.	WNW.	W.	v.	v.	v.
7.	36,11	36,26	36,53	+ 5,3	+ 9,8	+ 8,2	+ 9,7	+ 9,6	NW.	NW.	NW.	bw.	bw.	bw.
8.	37,55	37,42	37,12	+ 3,8	+13,3	+ 9,5	+12,2	+12,2	SO.	S.	S.	ht. ht.	ht.	ht.
9.	36,90	36,79	36,74	+ 5,7	+15,9	+11,8	+14,3	+15,8	SSO.	SO.	SO.	ht.	ht.	ht.
10.	35,69	35,05	34,64	+ 7,1	+16,7	+14,2	+16,0	+14,3	SSO.	SO.	SO.	ht.	v.	bd. r.
11.	35,29	35,20	35,15	+10,6	+18,7	+14,7	+17,8	+18,7	W.	NW.	W.	ht.	ht.	v.
12.	35,80	35,77	36,57	+10,0	+17,2	+15,3	+15,1	+16,8	W.	W.	W.	G. bw.	ht.	ht.
13.	36,03	35,78	35,58	+10,0	+17,2	+13,7	+16,5	+15,5	NW.	W.	W.	bd.	bd.	v.
14.	35,00	34,69	34,40	+12,0	+21,3	+17,2	+19,9	+20,2	S.	S.	SSW.	ht.	ht.	bd. G.
15.	35,37	35,63	35,67	+13,3	+17,7	+13,8	+16,7	+17,3	NW.	NW.	NW.	bd.	ht.	ht.
16.	35,90	35,69	35,49	+ 9,6	+16,4	+12,7	+14,8	+15,8	NW.	NW.	NW.	ht. ht.	ht.	bd.
17.	36,12	35,84	35,43	+ 7,9	+17,8	+14,3	+16,8	+17,7	SW.	SW.	SW.	ht. ht.	ht.	ht.
18.	35,46	35,16	34,93	+11,4	+19,3	+14,7	+16,8	+18,4	NW.	NW.	NW.	ht. ht.	ht.	ht.
19.	33,69	33,90	34,01	+10,7	+14,8	+12,2	+14,5	+14,7	NW.	NW.	NW.	w.	v.	bd.
20.	37,17	37,30	37,13	+10,3	+19,3	+13,2	+16,0	+18,7	N.	NW.	W.	ht.	ht.	ht.

(Juni 1837.)

Tag	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	37,57	37,58	37,34	+11,7	+20,5	+17,2	+19,1	+20,3	ONO.	O.	O.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
22.	38,40	38,40	38,26	+12,7	+22,7	+19,3	+21,5	+21,7	NO.	NO.	N.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
23.	39,16	38,95	38,71	+11,7	+21,5	+17,7	+20,1	+20,7	NO.	NO.	NO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
24.	38,40	37,96	37,44	+11,8	+21,5	+17,3	+20,4	+21,4	NO.	NO.	NO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
25.	36,32	35,89	35,53	+12,4	+23,9	+18,7	+21,9	+22,3	NO.	N.	N.	ht.	ht.	w.
26.	36,05	36,18	36,12	+12,3	+20,2	+18,3	+19,2	+19,1	WNW.	NNW.	NNW.	ht. ht.	ht.	w.
27.	38,15	38,16	38,02	+10,3	+18,3	+14,2	+16,9	+18,1	NW.	N.	N.	l. bz.	l. bz.	bd.
28.	38,16	37,92	37,48	+11,4	+19,7	+16,3	+18,1	+18,7	SO.	SO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
29.	37,35	37,19	36,97	+12,4	+21,5	+16,8	+19,3	+20,3	NO.	N.	N.	ht.	ht.	ht.
30.	35,89	35,82	35,82	+13,2	+20,9	+19,2	+20,2	+19,2	WSW.	NW.	NW.	ht.	ht.	ht.
	35,412	35,424	35,312	+ 5,45	+12,42	+ 9,08	+10,87	+11,45	Mittel vom 1. bis 10.					
	35,583	35,496	35,436	+10,58	+17,97	+14,18	+16,49	+17,38	- - 11. - 20.					
	37,545	37,405	37,169	+11,99	+21,07	+17,50	+19,67	+20,18	- - 21. - 30.					
	36,180	36,108	35,972	+ 9,34	+17,15	+13,59	+15,68	+16,34	- - 1. - 30.					

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Juli 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	38,23	38,34	38,34	+ 7,5	+20,6	+12,3	+15,6	+15,5	NW.	NW.	NW.	ht.	ht.	ht.
2	38,97	37,59	37,03	+ 7,5	+16,0	+13,6	+15,8	+15,3	NW.	W.	W.	ht. ht.	v.	l. b.
3.	36,77	36,49	36,32	+ 7,6	+14,3	+10,0	+11,5	+12,7	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
4.	36,37	36,04	35,70	+ 5,9	+11,0	+10,5	+10,4	+10,0	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd. r.
5.	36,62	36,71	36,60	+ 5,2	+16,8	+11,7	+13,5	+15,2	NW.	NW.	NW.	w.	bd.	bd.
6.	37,03	37,26	36,86	+ 7,0	+17,4	+13,7	+15,8	+17,0	NW.	WNW.	WNW.	ht. ht.	ht.	ht.
7.	37,06	37,00	36,90	+ 9,2	+15,0	+10,5	+14,4	+14,7	N.	NW.	NW.	bd.	ht.	v.
8.	35,70	35,63	35,36	+ 8,3	+13,1	+10,9	+11,2	+12,6	NW.	NW.	W.	bd.	bd.	bd.
9.	35,78	36,21	36,37	+ 7,7	+15,0	+11,1	+14,3	+14,8	NW.	NW.	N.	bd.	bd.	v.
10.	36,76	36,43	35,87	+ 7,8	+18,5	+14,1	+16,3	+17,7	NW.	NW.	W.	ht. ht.	ht. ht.	v.
11.	34,99	34,58	34,61	+12,2	+19,3	+16,3	+19,2	+19,0	W.	W.	NW.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
12.	35,45	35,28	34,96	+10,2	+19,3	+13,8	+16,2	+18,0	NO.	O.	O.	w.	ht.	ht.
13.	34,49	34,26	34,02	+ 9,5	+19,2	+13,8	+16,6	+18,2	SO.	O.	NO.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
14.	34,83	34,95	35,09	+ 9,1	+18,0	+14,7	+17,2	+17,6	SO.	O.	NO.	ht.	ht.	v.
15.	36,25	36,21	36,03	+11,6	+19,8	+16,9	+19,1	+19,7	SO.	S.	O.	ht.	ht.	w.
16.	35,33	34,78	34,36	+12,5	+21,1	+16,7	+20,2	+19,9	SO.	SSO.	SO.	ht.	ht.	v.
17.	34,86	34,81	34,64	+10,5	+16,0	+12,2	+15,0	+15,7	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd. r.
18.	34,32	34,34	34,34	+11,0	+13,9	+11,3	+11,7	+12,3	NW.	NW.	NW.	bd. r.	bd.	bd.
19.	35,24	34,26	34,80	+11,1	+17,5	+13,3	+15,7	+16,9	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	ht.
20.	34,08	33,65	33,64	+12,3	+18,6	+15,3	+16,9	+14,3	O.	O.	O.	v.	v.	bd. G. R.

(Juli 1837.)

Tag.	Barometer bei 0°R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	33,72	34,03	34,14	+11,6	+17,9	+15,7	+16,9	+17,3	ONO.	O.	O.	ht.	bd.	ht.
22.	35,46	35,37	35,30	+10,7	+19,7	+16,3	+18,7	+19,3	O.	O.	O.	v.	w.	bd.
23.	36,06	35,85	35,54	+11,4	+20,0	+16,8	+19,7	+20,0	SO.	SW.	SW.	v.	w.	bd.
24.	34,44	34,15	33,87	+12,4	+18,2	+15,8	+16,7	+17,2	SW.	W.	W.	v.	v.	w.
25.	35,43	35,49	35,57	+10,6	+14,8	+12,2	+14,2	+14,3	NW.	NW.	WNW.	v.	v.	bd.
26.	37,34	37,50	37,61	+ 7,6	+15,8	+13,1	+14,8	+15,4	NW.	NW.	NW.	ht.	v.	bd.
27.	38,54	38,29	37,93	+ 8,9	+17,4	+14,4	+16,6	+17,3	SW.	O.	SO.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
28.	36,23	35,52	34,80	+11,2	+21,3	+17,0	+20,1	+20,7	SO.	SO.	S.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
29.	33,95	33,59	33,07	+13,6	+22,5	+17,8	+20,5	+22,0	SW.	S.	SW.	ht. ht.	ht.	ht.
30.	32,77	33,32	33,47	+14,8	+18,9	+17,0	+16,6	+16,8	SW.	SW.	SW.	v.	bd.	bd.
31.	34,32	34,37	34,25	+11,7	+17,6	+14,8	+16,2	+17,3	W.	NW.	NW.	v.	bw.	ht.
	36,929	36,770	36,535	+ 7,37	+15,77	+11,84	+13,88	+14,55	Mittel vom 1. bis 10.					
	34,984	34,712	34,649	+11,00	+18,27	+14,43	+16,78	+17,16	- - 11. - 20.					
	35,296	35,225	35,050	+11,32	+18,55	+15,54	+17,36	+17,96	- - 21. - 31.					
	35,722	35,558	35,400	+ 9,94	+17,57	+13,99	+16,52	+16,60	- - 1. - 31.					

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — August 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	35,43	35,55	35,41	+11,4	+18,5	+14,6	+16,0	+17,5	NW.	W.	NW.	bd.	ht.	ht.
2.	34,86	34,86	35,03	+10,7	+18,9	+16,1	+17,6	+18,3	SW.	S.	S.	v.	v.	ht.
3.	36,19	35,86	35,64	+12,0	+24,2	+18,2	+22,2	+23,7	SSW.	SW.	SSO.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
4.	36,46	36,28	35,97	+15,2	+24,6	+19,7	+22,8	+23,0	SO.	SO.	S.	ht. ht.	ht.	ht.
5.	37,32	37,39	37,59	+13,6	+19,0	+16,8	+18,3	+18,3	N.	N.	NO.	v.	bd.	ht.
6.	37,70	37,50	37,33	+12,3	+19,8	+16,3	+18,8	+18,8	NO.	NO.	NO.	v.	bd.	bd.
7.	39,48	39,49	39,62	+10,9	+16,9	+14,3	+16,6	+16,2	N.	N.	N.	v.	bd.	bd.
8.	40,34	39,90	39,68	+ 8,3	+18,3	+13,3	+16,5	+18,0	NO.	NNO.	NO.	bw.	ht.	ht.
9.	39,23	38,82	38,13	+10,3	+21,9	+16,5	+19,5	+21,7	NO.	O.	O.	v.	ht.	ht.
10.	37,76	37,52	37,12	+12,9	+24,4	+18,7	+22,6	+24,3	SO.	O.	S.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
11.	36,77	36,52	36,24	+14,3	+25,0	+19,7	+23,1	+24,9	SO.	SO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
12.	35,53	35,39	35,42	+15,7	+26,2	+21,2	+24,7	+24,2	SO.	S.	SO.	ht. ht.	ht.	ht.
13.	37,49	37,60	37,56	+14,5	+22,7	+18,2	+20,8	+21,4	WNW.	N.	W.	ht.	ht.	ht.
14.	38,66	38,64	38,47	+13,6	+21,9	+17,8	+20,6	+21,2	NO.	N.	NW.	ht.	ht. ht.	ht.
15.	39,41	39,15	38,82	+11,4	+19,5	+16,1	+18,0	+19,3	ONO.	NO.	N.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
16.	39,12	38,94	38,67	+10,4	+20,4	+16,2	+19,0	+20,3	O.	ONO.	O.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
17.	38,65	38,56	38,19	+12,9	+22,6	+17,7	+20,7	+21,8	OSO.	OSO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
18.	38,69	38,59	38,19	+13,5	+22,3	+18,7	+20,1	+21,8	O.	O.	O.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
19.	37,79	37,44	36,89	+14,2	+23,5	+18,7	+21,7	+23,0	SO.	WSW.	O.	ht. ht.	ht.	ht. ht.
20.	36,79	36,61	36,37	+14,4	+25,0	+19,0	+22,2	+23,8	SO.	S.	S.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.

(August 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	37,45	37,48	37,60	+14,4	+21,3	+18,0	+20,2	+20,5	W.	W.	NW.	bw.	ht.	v.
22.	36,82	36,66	36,48	+14,7	+16,8	+15,8	+15,3	+16,7	W.	W.	WNW.	bd.	bd.	ht.
23.	35,59	35,22	34,87	+12,2	+18,2	+14,4	+16,8	+16,3	W.	W.	W.	ht.	ht.	v.
24.	35,34	35,32	35,34	+ 8,7	+14,3	+11,0	+12,6	+12,4	NW.	NW.	NW.	bd.	w.	v.
25.	36,11	36,12	36,20	+ 7,0	+13,2	+10,8	+11,5	+11,7	W.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
26.	37,35	36,81	35,96	+ 6,7	+16,3	+11,7	+13,7	+16,2	W.	SO.	SW.	bd.	ht.	ht. ht.
27.	33,49	33,67	33,70	+10,0	+13,8	+11,3	+12,5	+13,3	W.	WSW.	W.	bd.	bd.	bd.
28.	36,08	36,20	35,99	+ 6,5	+12,6	+ 9,5	+11,7	+12,1	W.	NW.	W.	v.	bd.	bd.
29.	34,30	33,28	32,52	+ 5,6	+14,4	+11,3	+13,7	+11,1	SO.	SO.	SSO.	ht.	bd.	r.
30.	30,40	30,35	29,98	+ 8,3	+18,3	+13,0	+16,8	+17,8	SW.	W.	SW.	bd. r.	ht.	v.
31.	32,69	32,88	32,68	+ 8,9	+16,6	+12,4	+14,9	+15,2	WSW.	WSW.	SW.	ht. ht.	ht.	ht.
	37,477	37,317	37,152	+11,76	+20,65	+16,45	+19,09	+19,98	Mittel vom 1. bis 10.					
	37,890	37,744	37,482	+13,49	+22,91	+19,33	+21,09	+22,17	- - 11. - 20.					
	35,056	34,908	34,665	+ 9,36	+15,98	+12,65	+14,52	+14,85	- - 21. - 31.					
	36,751	36,600	36,386	+11,47	+19,72	+16,03	+18,11	+18,86	- - 1. - 31.					

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — September 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	30,75	29,98	29,98	+ 9,4	+16,7	+13,8	+15,9	+13,5	SSW.	SW.	SSW.	ht.	ht.	bd. r.
2.	31,02	31,51	31,73	+ 8,0	+13,2	+10,5	+12,2	+13,1	W.	W.	W.	bd.	bd.	ht.
3.	31,06	32,79	33,28	+ 7,7	+15,5	+10,9	+13,1	+14,0	W.	WSW.	WSW.	v.	v.	ht.
4.	35,20	35,09	33,60	+ 7,0	+15,1	+11,0	+13,9	+14,9	WSW.	SSW.	ONO.	ht.	ht. ht.	ht. ht.
5.	33,66	33,84	33,99	+ 9,0	+12,7	+11,5	+12,3	+10,4	NNO.	N.	NNO.	bd.	bd. r.	bd. R.
6.	35,34	35,23	35,24	+ 5,4	+13,1	+ 9,0	+11,8	+12,0	N.	N.	N.	bd. r.	v.	v.
7.	36,59	36,57	36,47	+ 4,6	+13,7	+ 9,5	+12,2	+13,0	NW.	WNW.	WNW.	ht. ht.	ht.	ht.
8	36,71	36,73	36,63	+ 6,0	+17,5	+11,5	+15,4	+16,1	SW.	SW.	SW.	v.	ht.	ht.
9.	37,36	37,05	36,59	+ 7,5	+18,5	+13,9	+16,5	+16,9	S.	SW.	S.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
10.	34,73	34,99	35,41	+ 8,6	+18,6	+13,4	+17,1	+16,8	SW.	WSW.	W.	ht.	ht.	ht.
11.	37,55	37,20	36,65	+ 9,5	+18,2	+14,0	+15,9	+16,9	S.	SSO.	OSO.	ht. ht.	ht.	v.
12.	35,04	34,42	34,08	+ 9,3	+19,7	+13,9	+18,2	+18,3	SO.	SSO.	OSO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
13.	32,20	31,52	30,72	+10,4	+20,8	+15,0	+19,4	+19,3	SSO.	SSO.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
14.	29,21	29,56	29,61	+11,6	+13,8	+13,5	+12,9	+12,5	WSW.	W.	SW.	bd.	bd. r.	bd.
15.	32,22	32,86	33,29	+ 8,3	+13,0	+ 9,7	+11,6	+12,7	W.	W.	W.	bd. r.	bd.	v.
16.	36,45	36,91	37,19	+ 5,8	+13,7	+ 9,4	+12,3	+13,0	NW.	NW.	NW.	ht.	v.	ht.
17.	37,65	37,28	36,94	+ 8,0	+12,7	+ 9,8	+10,6	+11,3	SSO.	SSO.	SSW.	bd. r.	bd. R.	bd. r.
18.	36,45	36,52	36,30	+ 9,8	+13,7	+12,1	+13,3	+13,0	W.	WNW.	W.	bd. R.	bd. r.	bd. r.
19.	34,86	35,93	36,53	+ 9,5	+12,2	+11,5	+11,6	+11,5	NW.	NW.	WNW.	bd.	bd.	v.
20.	38,15	38,04	37,84	+ 7,6	+13,6	+10,5	+13,2	+13,3	N.)	N.	N.	bd.	v.	v.

(September 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	38,69	38,75	38,41	+ 7,0	+15,4	+10,6	+13,6	+14,0	O.	O.	ONO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
22.	39,40	39,44	39,13	+ 5,5	+12,0	+ 9,7	+10,5	+11,2	NO.	NO.	NNO.	ht.	v.	ht.
23.	39,54	39,28	38,99	+ 5,7	+11,3	+ 9,4	+10,0	+ 9,0	NO.	NNO.	NO.	ht.	v.	bd. r.
24.	39,98	39,96	39,60	+ 3,5	+11,5	+ 7,2	+10,3	+10,8	O.	ONO.	O.	ht. ht.	ht.	ht.
25.	39,40	39,20	38,74	+ 4,4	+11,7	+ 7,4	+10,5	+11,5	O.	NO.	ONO.	v.	ht.	ht.
26.	38,44	38,27	37,83	+ 3,9	+11,2	+ 8,5	+10,8	+10,7	NO.	ONO.	NNO.	ht.	v.	v.
27.	36,78	36,87	36,44	+ 4,0	+ 9,4	+ 8,6	+ 8,2	+ 8,4	NW.	NNW.	NW.	v.	bd. r.	bd. r.
28.	37,34	37,33	37,15	+ 5,4	+11,5	+ 6,8	+10,8	+10,9	NW.	NW.	NNW.	bd. n.	v.	v.
29.	38,05	38,10	37,93	+ 4,5	+11,2	+ 7,7	+11,7	+11,5	NW.	NNW.	NW.	ht. ht.	v.	v.
30.	37,79	37,60	37,37	+ 6,3	+12,7	+ 9,8	+12,0	+11,3	NNW.	NNW.	NNW.	bd.	v.	v.
	34,242	34,378	34,292	+ 7,32	+15,46	+11,50	+14,04	+14,07	Mittel vom 1. bis 10.					
	34,978	35,024	34,915	+ 8,99	+15,14	+11,94	+13,90	+14,18	- - 11. - 20.					
	38,541	38,480	38,159	+ 5,02	+11,79	+ 8,57	+10,84	+10,93	- - 21. - 30.					
	35,920	35,961	35,789	+ 7,11	+14,13	+10,67	+12,93	+13,06	- - 1. - 30.					

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 16,5 Par. Fuſs. — Angabe seines Standes: der Ueberschuſs über 300 Par. Lin.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — October 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	38,09	38,33	38,24	+ 7,6	+12,4	+ 9,4	+11,9	+11,7	O.	ONO.	OSO.	bd.	v.	v.
2.	39,36	39,30	39,07	+ 5,0	+12,2	+ 7,7	+10,7	+11,4	S.	SSO.	SO.	ht.	v.	bd.
3.	38,95	38,82	38,86	+ 6,6	+12,5	+10,0	+11,0	+11,1	SO.	WSW.	W.	v.	bd.	bd. r.
4.	38,96	38,73	38,18	+ 8,4	+15,2	+10,4	+13,4	+14,3	SSW.	SW.	SW.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
5.	37,54	37,75	38,06	+ 7,6	+12,4	+10,0	+10,5	+12,5	WSW.	NW.	NW.	bd. r.	bd. R.	v.
6.	38,61	38,48	37,96	+ 7,2	+12,5	+ 9,3	+10,7	+12,3	W.	W.	W.	bd.	bd.	v.
7.	36,35	36,50	37,46	+ 7,6	+11,7	+ 9,9	+10,3	+11,7	WSW.	NW.	NW.	bd. r.	bd. R.	ht.
8.	38,02	38,03	37,80	+ 4,4	+10,2	+ 7,0	+ 9,0	+10,1	WNW.	WNW.	WNW.	bd.	bd.	bd. r.
9.	37,03	36,76	36,70	+ 6,4	+10,7	+ 8,0	+ 9,4	+10,2	WSW.	SO.	SO.	v.	bd.	v.
10.	40,03	40,38	40,72	+ 3,1	+10,5	+ 5,4	+ 9,5	+10,3	SO.	O.	O.	ht. ht.	ht.	ht. ht.
11.	42,62	42,73	42,35	+ 2,6	+12,6	+ 7,3	+10,5	+11,7	O.	SO.	SW.	ht. ht.	ht. ht.	v.
12.	41,28	41,12	40,62	+ 3,6	+10,6	+ 6,2	+ 7,5	+10,5	SW.	SW.	SW.	bd.	v.	ht.
13.	41,19	41,09	40,91	+ 4,2	+ 9,6	+ 6,8	+ 8,8	+ 9,0	NW.	N.	NW.	ht. ht.	ht.	ht.
14.	41,32	41,46	41,46	+ 3,4	+10,6	+ 7,3	+ 9,3	+10,1	NW.	NW.	NW.	bd.	ht. ht.	ht. ht.
15.	40,39	39,88	39,44	+ 3,9	+ 9,3	+ 7,7	+ 7,8	+ 9,1	W.	W.	W.	bd.	r.	bd.
16.	39,56	39,42	38,99	+ 6,1	+10,2	+ 8,0	+ 9,5	+ 9,5	W.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
17.	37,03	36,72	36,43	+ 6,5	+11,3	+ 8,3	+10,0	+10,8	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
18.	36,34	36,35	36,49	+ 6,5	+ 8,0	+ 8,2	+ 8,0	+ 7,8	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
19.	37,34	37,90	38,56	+ 7,8	+ 9,8	+ 8,0	+ 9,3	+ 9,5	NW.	NW.	NW.	ht.	ht.	v.
20.	40,13	39,50	38,96	+ 4,5	+10,1	+ 8,0	+ 9,7	+ 9,5	NW.	NW.	SW.	ht.	v.	bd. r.

(October 1837.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	41,12	41,65	41,73	+ 4,7	+ 9,0	+ 6,7	+ 8,7	+ 8,5	NW.	NW.	NW.	ht. ht.	ht.	ht. ht.
22.	40,46	39,95	39,38	+ 4,2	+ 9,8	+ 7,2	+ 9,1	+ 8,4	NW.	W.	W.	v.	w.	bd.
23.	37,42	36,89	36,19	+ 6,2	+10,8	+ 8,3	+10,0	+10,1	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
24.	32,91	32,70	32,45	+ 4,7	+10,0	+ 7,4	+ 9,3	+ 9,8	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
25.	31,11	31,18	31,65	+ 6,9	+ 9,0	+ 9,2	+ 8,0	+ 8,1	SW.	W.	W.	bd. t.	bd. t.	bd. t.
26.	36,43	36,77	36,75	+ 2,8	+ 7,8	+ 3,8	+ 6,5	+ 7,7	W.	SW.	WSW.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
27.	35,60	34,87	34,13	+ 0,9	+ 7,9	+ 1,9	+ 7,2	+ 7,7	SW.	SW.	SW.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
28.	34,52	34,90	34,63	+ 4,3	+ 9,6	+ 5,3	+ 7,7	+ 6,6	SW.	SW.	SW.	ht. ht.	ht.	ht.
29.	31,95	31,68	31,60	+ 3,4	+10,9	+ 5,7	+ 9,5	+ 9,7	SSO.	S.	S.	bd.	ht.	ht.
30.	33,82	33,52	33,01	+ 6,1	+ 9,5	+ 6,7	+ 9,4	+ 8,7	SW.	SW.	SW.	bd.	w.	v.
31.	30,72	30,74	30,50	+ 5,7	+ 9,9	+ 8,2	+ 9,7	+ 9,2	SW.	SW.	SW.	bd.	ht.	ht.
	38,294	38,308	38,305	+ 6,39	+12,03	+ 8,71	+10,64	+11,56	Mittel vom 1. bis 10.					
	39,720	39,617	39,321	+ 4,91	+10,21	+ 7,58	+ 9,04	+ 9,75	- - 11. - 20.					
	35,091	34,986	34,729	+ 4,54	+ 9,47	+ 6,49	+ 8,65	+ 8,60	- - 21. - 31.					
	37,561	37,549	37,364	+ 5,25	+10,54	+ 7,56	+ 9,42	+ 9,92	- - 1. - 31.					

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — November 1837.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	32,29	31,95	30,95	+ 2,6	+ 7,4	+ 3,9	+ 6,8	+ 7,0	SW.	SW.	S.	ht. ht.	ht. ht.	v.
2.	27,37	27,53	28,17	+ 4,8	+ 9,6	+ 5,8	+ 9,0	+ 7,3	SW.	W.	SW.	bd. R.	ht.	bd.
3.	28,14	28,48	30,47	+ 4,7	+ 8,3	+ 7,5	+ 8,0	+ 7,0	SW.	SW.	SW.	bd. st.	bd. st.	bd. st.
4.	33,00	33,55	33,98	+ 2,2	+ 6,4	+ 3,0	+ 5,7	+ 5,8	SSO.	SW.	SW.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
5.	36,65	36,92	36,90	+ 1,5	+ 6,0	+ 2,8	+ 5,3	+ 5,6	SW.	SW.	SW.	ht.	v.	ht.
6.	37,21	38,10	38,76	+ 2,3	+ 5,9	+ 2,8	+ 5,7	+ 5,0	NW.	O.	NO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
7.	41,86	41,72	41,45	— 0,9	+ 6,5	+ 0,3	+ 4,4	+ 5,0	N.	N.	NO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
8.	40,64	39,81	39,75	+ 2,6	+ 3,7	+ 2,8	+ 4,0	+ 4,0	NO.	O.	O.	bd.	bd.	bd.
9.	38,75	38,52	38,31	+ 2,2	+ 3,9	+ 2,7	+ 3,4	+ 3,9	O.	NW.	O.	bd.	bd.	bd.
10.	36,71	36,47	36,02	+ 3,1	+ 4,6	+ 3,7	+ 4,3	+ 4,3	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
11.	31,72	31,55	31,29	+ 2,9	+ 8,0	+ 5,8	+ 7,8	+ 4,9	NW.	W.	NW.	v.	v.	R.
12.	30,56	30,53	30,53	+ 4,2	+ 5,5	+ 4,3	+ 4,0	+ 4,8	NW.	NW.	W.	bd.	bd.	bd.
13.	31,77	32,23	32,46	+ 2,8	+ 5,4	+ 3,8	+ 5,0	+ 4,7	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
14.	31,37	32,20	32,01	+ 1,4	+ 2,9	+ 1,7	+ 2,4	+ 2,1	NW.	NW.	N.	bd.	bd.	v.
15.	33,23	33,70	34,12	+ 0,5	+ 1,6	+ 0,3	+ 1,7	+ 1,4	NO.	NO.	NO.	v.	v.	bd.
16.	35,78	35,79	35,45	+ 0,3	+ 2,6	+ 0,7	+ 2,3	+ 2,4	NO.	NO.	ONO.	bd.	bd.	bd.
17.	34,77	34,93	35,13	+ 0,7	+ 3,3	+ 1,2	+ 2,5	+ 2,8	O.	O.	O.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
18.	37,01	36,95	37,08	+ 2,0	+ 3,2	+ 2,1	+ 3,0	+ 2,5	ONO.	W.	W.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
19.	37,29	37,19	37,12	+ 1,0	+ 3,2	+ 1,7	+ 2,4	+ 3,2	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd. r.
20.	34,65	34,36	34,36	+ 2,0	+ 6,0	+ 4,2	+ 6,5	+ 5,8	WSW.	WSW.	WSW.	bd. r.	bd. r.	bd. r.

(November 1837.)

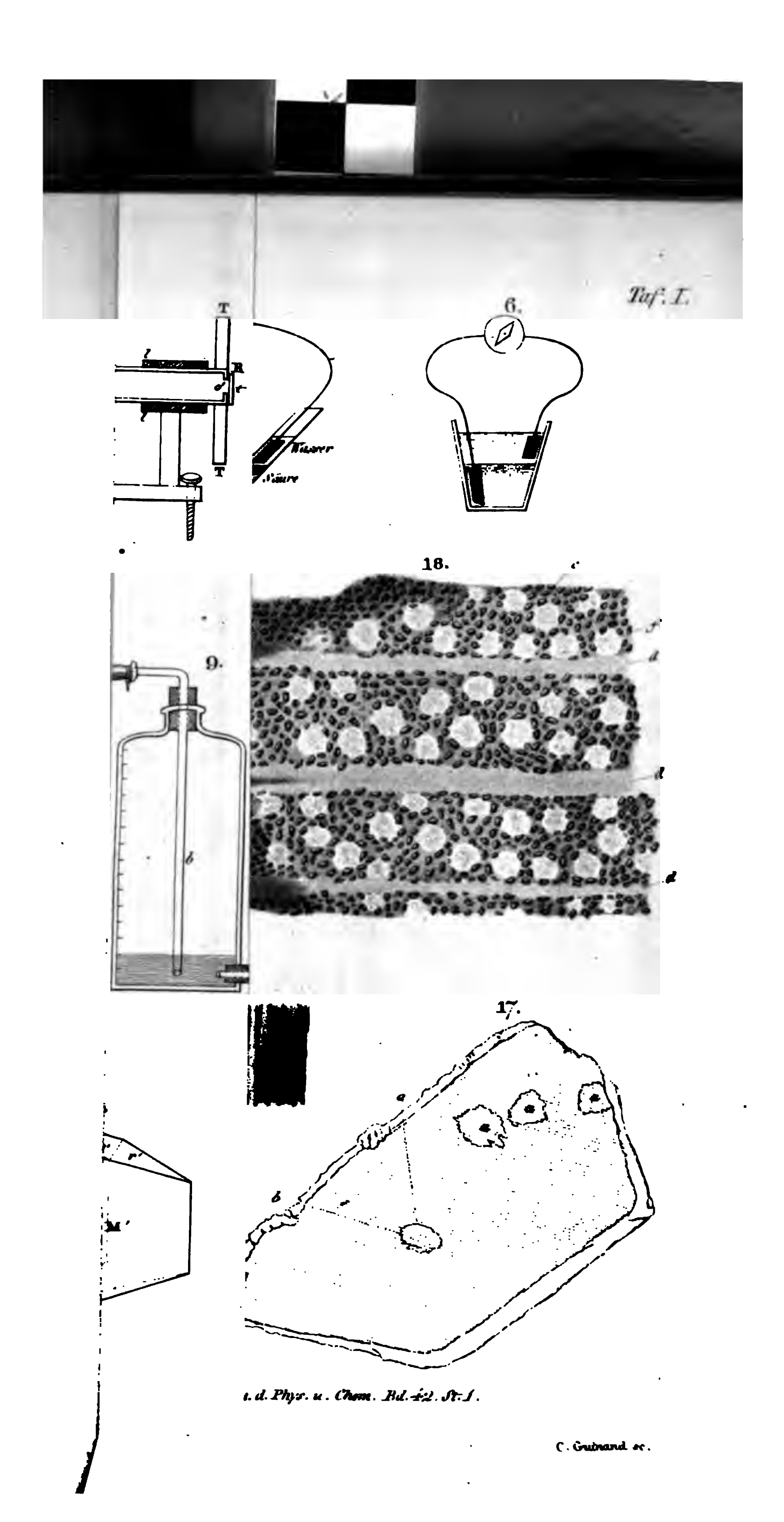
Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	32,78	32,87	33,33	+ 2,5	+ 5,3	+ 4,7	+ 5,0	+ 4,5	WSW.	W.	SW.	bd. r.	bd. r.	bd.
22.	36,14	37,21	37,78	+ 1,0	+ 3,1	+ 2,7	+ 2,8	+ 2,5	W.	NW.	WNW.	bd. r.	bd. r.	ht.
23.	37,57	37,65	37,58	+ 2,3	+ 8,1	+ 6,0	+ 7,3	+ 7,2	SW.	SW.	WSW.	bd. r.	bd.	bd. r.
24.	36,74	37,04	37,07	+ 3,7	+ 7,8	+ 5,7	+ 6,3	+ 7,1	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
25.	37,44	37,33	37,88	+ 3,8	+ 5,6	+ 4,7	+ 5,2	+ 5,5	SO.	S.	SO.	bd.	v.	ht.
26.	37,21	36,77	36,18	+ 3,0	+ 4,1	+ 3,0	+ 3,9	+ 3,9	NW.	W.	SW.	bd. r.	bd.	bd.
27.	29,84	29,46	29,62	+ 2,5	+ 5,4	+ 4,8	+ 5,3	+ 4,3	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
28.	28,42	27,58	26,74	+ 1,2	+ 3,9	+ 1,2	+ 2,4	+ 3,7	S.	S.	S.	ht. ht.	v.	bd.
29.	27,15	28,08	28,96	+ 0,2	+ 1,5	+ 0,7	+ 1,2	+ 1,3	SW.	NW.	NW.	n.	bd.	bd.
30.	34,01	33,74	35,31	+ 0,9	+ 3,0	+ 1,8	+ 1,2	+ 2,6	W.	NW.	NW.	bd.	Sn.	bd.
	35,262	35,305	35,476	+ 2,51	+ 6,23	+ 3,53	+ 5,66	+ 5,49	Mittel vom 1. bis 10.					
	33,815	33,943	33,955	+ 1,78	+ 4,17	+ 2,58	+ 3,76	+ 3,46	- - 11. - 20.					
	33,730	33,773	34,045	+ 2,11	+ 4,78	+ 3,53	+ 4,06	+ 4,26	- - 21. - 30.					
	34,269	34,341	34,492	+ 2,13	+ 5,06	+ 3,21	+ 4,49	+ 4,40	- - 1. - 30.					

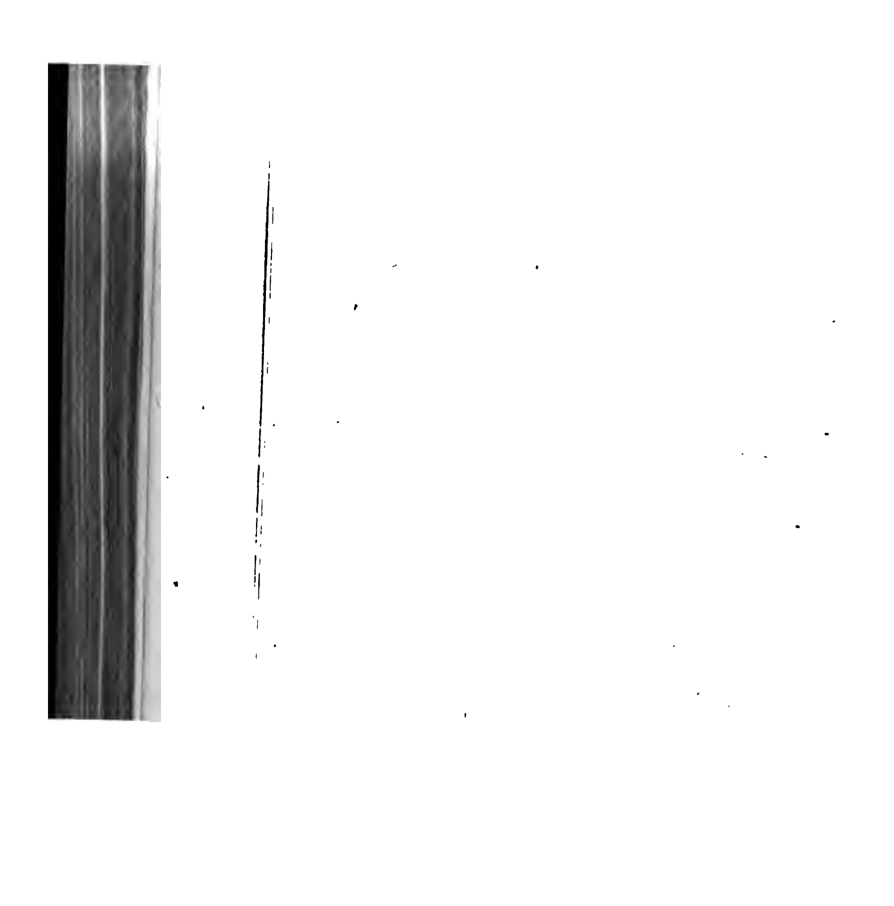
Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — December 1837.

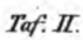
Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1.	36,43	36,07	35,79	+ 0,5	+ 3,3	+ 0,7	+ 2,1	+ 2,9	S.	SSW.	SW.	ht. ht.	ht. ht.	bd.
2.	39,00	39,47	39,89	+ 1,8	+ 4,0	+ 3,3	+ 3,7	+ 3,7	W.	W.	W.	bd. r.	bd.	bd.
3.	42,62	42,56	42,56	+ 2,7	+ 3,6	+ 2,7	+ 3,2	+ 3,3	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
4.	42,38	42,07	41,86	+ 1,5	+ 3,3	+ 2,2	+ 2,7	+ 3,2	NW.	N.	N.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
5.	41,74	41,53	41,31	+ 1,4	+ 1,8	+ 1,4	+ 1,7	+ 1,6	O.	O.	O.	bd. r.	bd.	bd.
6.	40,61	40,10	39,29	+ 0,5	+ 1,3	+ 0,8	+ 1,0	+ 1,2	O.	O.	O.	bd.	bd.	bd.
7.	38,64	38,26	37,86	+ 0,9	+ 1,9	+ 1,2	+ 1,7	+ 1,7	SO.	SO.	SO.	bd.	bd.	bd.
8.	35,90	35,49	34,91	+ 1,3	+ 3,8	+ 1,8	+ 3,3	+ 2,6	SO.	SO.	SO.	bd.	v.	v.
9	33,94	33,80	33,66	+ 1,0	+ 3,3	+ 2,0	+ 2,3	+ 2,3	W.	SW.	N.	bd.	bd.	v.
10.	36,15	36,62	37,21	— 0,5	+ 1,2	+ 0,7	+ 0,9	+ 1,1	NW.	WNW.	NW.	ht.	bd.	bd.
11.	38,54	38,39	38,10	— 1,0	+ 0,4	— 0,5	+ 0,1	+ 0,2	O.	O.	O.	bd.	v.	v.
12.	36,05	34,96	34,05	— 1,7	— 0,7	— 1,7	— 1,0	— 1,0	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
13.	31,78	32,68	34,06	— 1,5	0,0	+ 1,0	+ 0,2	— 0,7	W.	N.	NNO.	bd.	bd. Sn.	bd.
14.	40,07	40,32	40,67	— 3,7	— 0,3	— 3,7	— 1,0	— 0,8	NO.	NW.	NW.	ht. ht.	ht. ht.	bd.
15.	41,44	41,11	41,10	— 3,9	— 1,1	— 3,8	— 1,6	— 1,4	SW.	SW.	SW.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
16.	38,80	38,10	38,10	— 4,4	— 0,7	— 3,7	— 1,6	— 1,4	SSW.	SSW.	SSW.	ht. ht.	ht.	ht.
17.	37,50	37,19	37,02	— 4,2	+ 1,4	— 2,8	0,0	— 0,7	SW.	SW.	SW.	ht.	ht.	ht.
18.	34,68	33,69	33,12	— 0,3	+ 2,5	— 0,1	+ 2,1	+ 2,3	S.	SSO.	SW.	ht.	ht.	bd.
19.	31,14	32,25	33,34	+ 2,4	+ 5,9	+ 5,2	+ 5,7	+ 4,9	SW.	W.	W.	bd. R.	bd.	ht.
20.	32,45	32,15	31,98	+ 3,4	+ 4,5	+ 4,2	+ 4,2	+ 3,9	W.	W.	W.	bd. r.	bd. t.	bd.

(December 1837.)

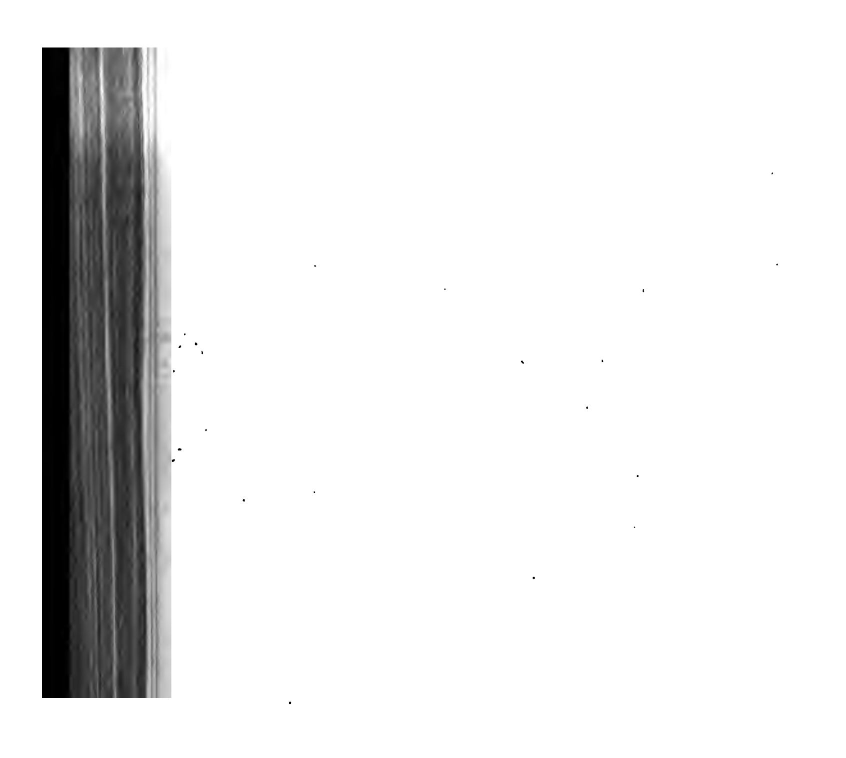
Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21.	33,19	34,87	37,30	— 1,2	— 0,6	— 1,2	— 0,4	— 1,0	NO.	NO.	NO.	v.	bd.	bd.
22.	40,93	40,72	40,26	— 6,4	— 3,3	— 5,3	— 4,2	— 4,4	N.	S.	S.	bd.	v.	bd.
23.	37,60	36,94	36,15	— 5,4	— 3,7	— 4,4	— 3,7	— 3,9	SO.	SO.	SO.	bd.	bd. Sn.	Sn.
24.	34,97	35,18	35,60	— 3,8	+ 2,2	+ 2,1	+ 2,2	+ 1,9	W.	NW.	NW.	bd. n.	bd.	bd. r.
25.	33,53	32,87	32,40	+ 1,4	+ 6,9	+ 3,2	+ 6,2	+ 6,4	SW.	W.	W.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
26.	35,36	36,06	36,71	+ 2,3	+ 2,9	+ 2,3	+ 2,6	+ 2,7	NW.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
27.	38,27	38,40	38,56	+ 0,4	+ 1,0	+ 0,4	+ 0,7	+ 0,6	SO.	S.	SO.	bd.	bd.	bd.
28.	39,17	39,16	39,39	— 1,0	+ 0,1	— 1,0	— 0,3	0,0	SO.	SO.	O.	ht.	ht.	ht.
29.	40,23	40,27	40,18	— 5,1	— 2,6	— 5,1	— 3,0	— 3,2	SO.	SO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
30.	40,74	40,47	40,36	— 6,0	— 2,8	— 5,5	— 3,0	— 2,8	SO.	SO.	SO.	ht. ht.	ht. ht.	ht. ht.
31.	40,30	40,32	40,28	— 3,4	— 1,2	— 2,7	— 1,7	— 1,6	S.	SO.	SO.	v.	ht.	ht.
	38,741	38,597	38,434	+ 1,11	+ 2,75	+ 1,68	+ 2,26	+ 2,36	Mittel vom 1. bis 10.					
	36,245	36,084	36,154	— 1,49	+ 1,11	— 0,59	+ 0,89	+ 0,53	- - 11. - 20.					
	37,663	37,751	37,926	— 2,56	— 0,10	— 1,56	— 0,42	— 0,48	- - 21. - 31.					
	37,553	37,486	37,518	— 1,03	+ 1,20	— 0,20	+ 0,87	+ 0,76	- - 1. - 31.					

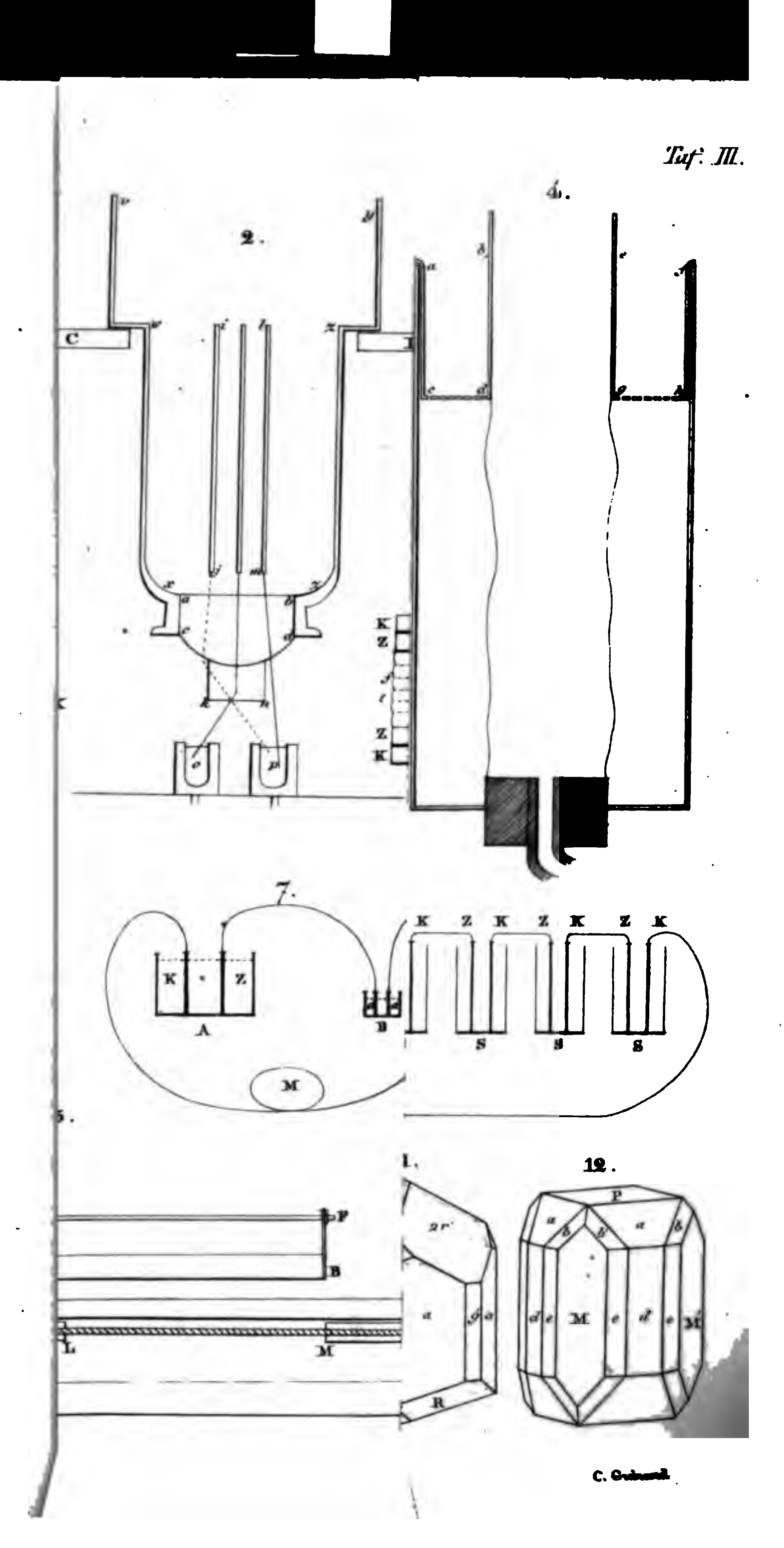

Taf. I.
6.
Wasser
Säure
9.
18.
17.
C. Guinand sc.

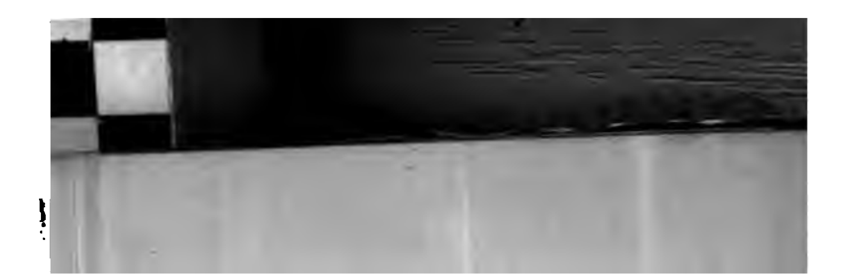



Taf. II.

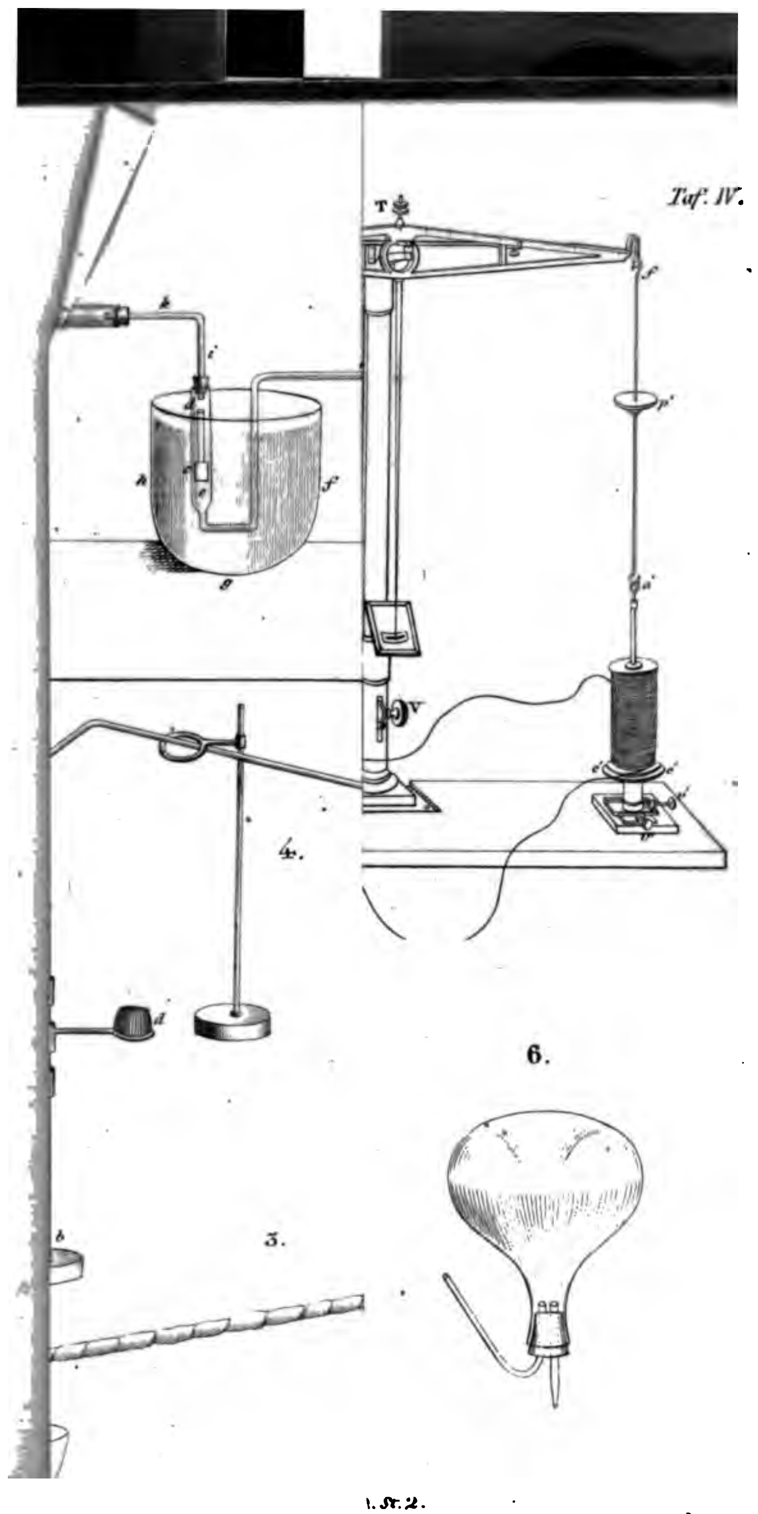
10.
7.
15.
21.
24.




2.
4.
7.
K
Z
A
B
M
S
P
L
R
M
12.
C. Gutmann

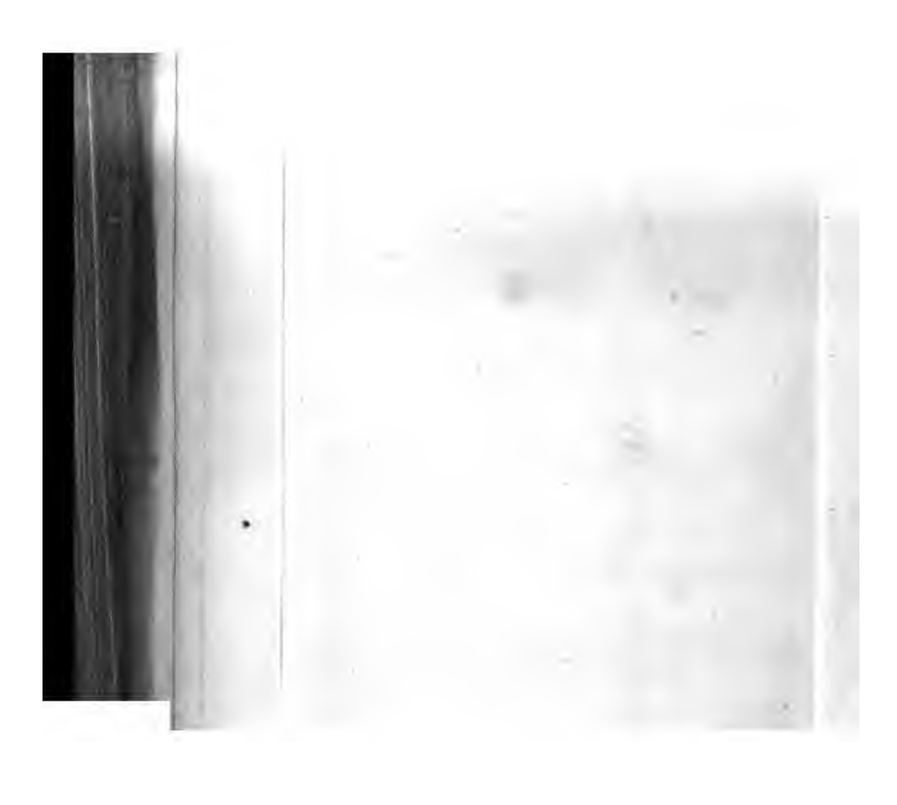


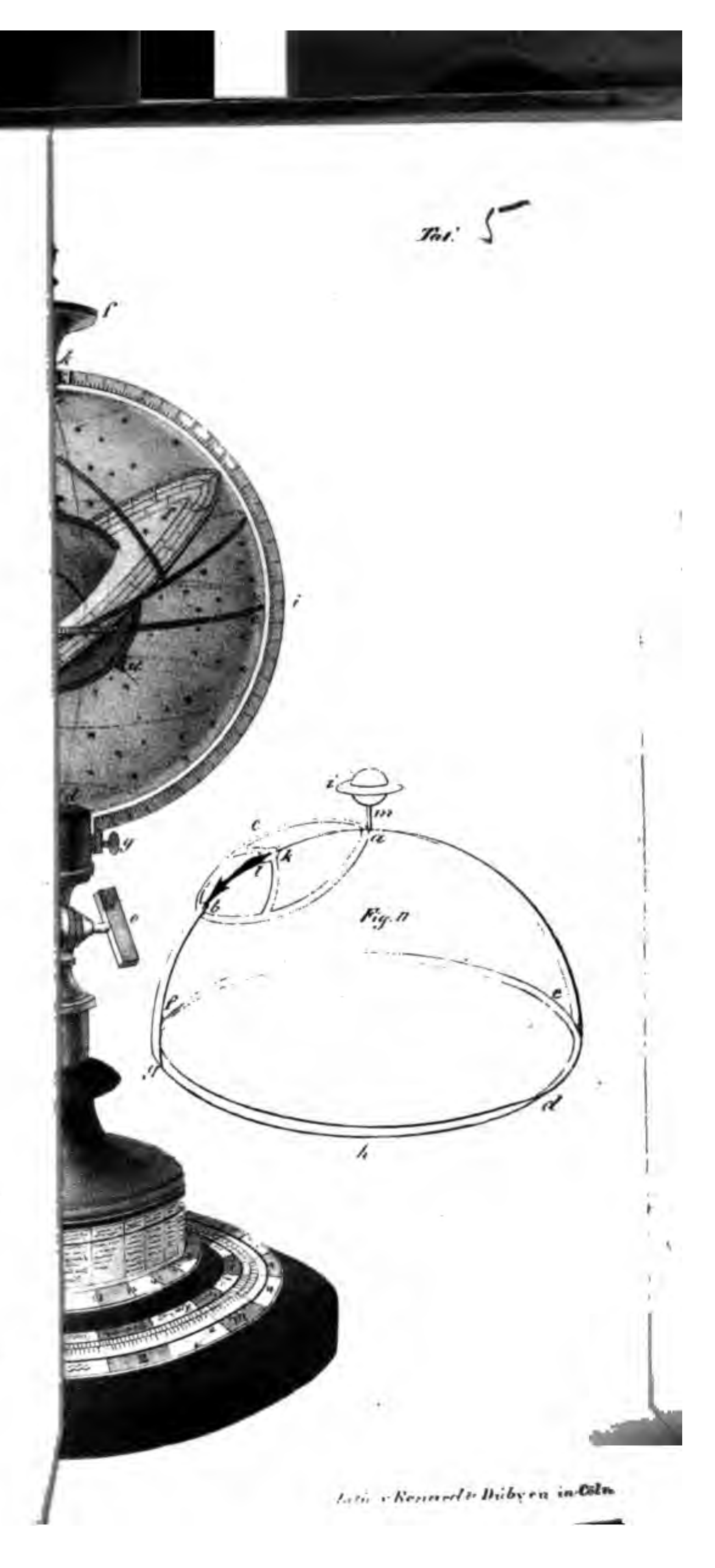




1. St. 2.

C. Gräbner sc.




Taf. 5
Fig. 11
Lith. v. Kennerdt & Dübyen in Cöln



